hervorragenden Teil getroffen hat. Auch hier stossen die drei Zellen, welche erheblich schmäler geworden sind, in einem Punkte zusammen.

In Bezug auf die Entwicklungsgeschichte stimmt *L. Scariola* mit *L. virosa* vollkommen überein, und ich verweise, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die oben angeführten Thatsachen.

Lactuca sativa L.

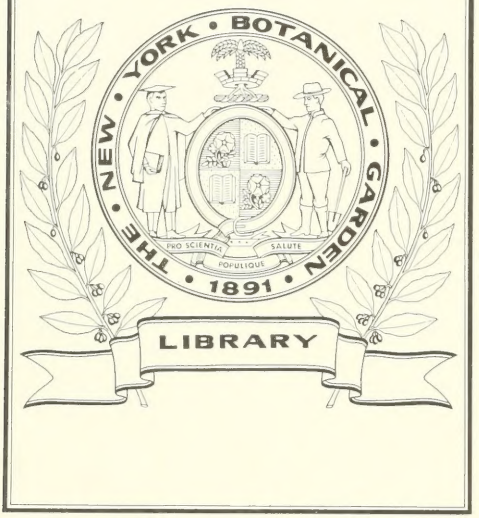
Obgleich *L. sativa* mit *L. Scariola* so nahe verwandt ist, dass sie heutzutage von den Systematikern meist als Kulturform der letzteren betrachtet wird, schien es aus Gründen der Darstellung ratsamer zu sein, im vorliegenden Falle beide getrennt zu behandeln.

Die Hüllschuppen der Blütenköpfchen sind ungefähr nach der $^5/_{13}$-Stellung angeordnet und lassen sich nach ihren anatomischen Charakteren in gleicher Weise, wie dies bei *L. virosa* geschehen, in drei Gruppen oder Kreise einteilen. Der Gestalt nach gleichen sie denen der oben beschriebenen Arten.

Die Milchsafthaare zeigen dieselben Merkmale wie die von *L. virosa;* die eigentliche Haarzelle wird von zwei Postamentzellen nach zwei Seiten umschlossen. Mit dem subepidermalen Milchsaftgefässsystem ist diese Zellgruppe in der oben beschriebenen Weise verbunden. Der Gestalt nach nähert sich die Haarzelle am meisten derjenigen von *L. Scariola;* ihre Länge beträgt 22 – 29 μ, ihre Breite 6—8 μ; im fertigen Zustand ist also nichts bemerkenswert Verschiedenes von den schon beschriebenen Arten zu verzeichnen. Auch in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht stimmen die beobachteten Thatsachen im wesentlichen mit den früheren überein. Es ist jedoch bemerkenswert, dass die die drei Zellen der Haaranlage umgebenden Epidermiszellen in ihrem Tangentialdurchmesser bis zur Hälfte schmäler sind als die übrigen. Dadurch wird diejenige Stelle, wo sich ein solches Haar zu bilden im Begriff ist, in gewisser Weise aus dem Relief der angrenzenden Zellen herausgehoben und ist besonders an gefärbten Präparaten mit grosser Deutlichkeit zu erkennen. Dazu kommt noch der auch anderweitig mitgeteilte und beobachtete Charakter, dass die Zellen der Haaranlage sämtlich dichteren Plasmainhalt haben als die übrigen. Die Haarzelle selbst ist bei *L. sativa* in relativ frühem Stadium durch ihre Grösse ausgezeichnet. Sie ist in tangentialer Richtung etwas breiter, als sonst bei gleicher Entwicklungsstufe an anderen Arten beobachtet wurde. Auch hebt sie sich etwas kräftiger über das Niveau der beiden Postamentzellen nach aussen hervor, so dass sich hier frühzeitiger als gewöhnlich erkennen lässt, welche von den drei Zellen sich zu dem eigentlichen Haar ausbilden wird.

Bereits bei *L. virosa* wurde darauf hingewiesen, dass die Zahl der Milchsafthaare nicht für ein jedes Hüllblättchen von vorn herein als bestimmt anzunehmen sei, sondern dass neben den primären Anlagen neue in der basalen Wachstumszone der Schuppen ausgebildet werden; andererseits, dass die Epidermiszellen, welche nicht schon anderweitig durch ihre Form kenntlich sind, wie z. B. die kegelförmigen Papillen, und eine andere Funktion ausüben, bis zu einem gewissen Grade befähigt bleiben, durch Teilung neue Milchsafthaare zu bilden. Bei *L. sativa* scheint mir nun noch eine dritte Möglichkeit der Neubildung vorzukommen, welche insofern vielleicht Beachtung verdient, als sich verschiedene Zellen an der Bildung des Haarapparates beteiligen können, während, wie oben gezeigt, im allgemeinen die drei Zellen der Milchsafthaare das Teilungsprodukt einer einzigen primären Mutterzelle bilden. Die Zellen h und p (Fig. 10, Taf. I.) kann man sich sehr wohl durch nachträgliches Auftreten der Wand i aus einer Zelle entstanden denken. Die Zelle p' dagegen, welche durch eine konvexe, in das Lumen der Nachbarzelle vorspringende Wand begrenzt wird, kann un-

~~580.5~~ XB
~~Pl7~~ .I 346
v. 7
1896/97



~~580.5~~ XB
~~B47~~ .I 34
v. 7
1896/97

THE • NEW • YORK • BOTANICAL • GARDEN •
PRO SCIENTIA ATQUE SALUTE POPULIQUE
1891
LIBRARY

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Band VII.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

DUPLA[illegible] LIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE ET JARDIN BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GE[illegible]

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1897.

Inhalts-Verzeichnis.

Heft 36.

Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Von **Dr. August Grob.** Mit 10 Tafeln. 1896.

Heft 37.

Die Milchsafthaare der Cichoriaceen. Eine anatomisch-physiologische Studie. Von **Dr. Richard Zander.** Mit 2 Tafeln. 1896.

Heft 38

Über Aufbau und Entwickelung einiger Fucaceen. Von **Dr. Eduard Gruber.** Mit 7 Tafeln. 1896.

Heft 39.

Über Lösung und Bildung der aus Hemicellulose bestehenden Zellwände und ihre Beziehung zur Gummosis. Von **Dr. J. Grüss.** Mit 1 Tafel. 1896.

Heft 40.

Vergleichende Untersuchungen über den anatomischen Bau der geflügelten Früchte und Samen. Von **Dr. Carl von Wahl.** Mit 5 Tafeln. 1897.

Heft 41.

Neue Kalkalgen von Deutsch Neu-Guinea (Kaiser-Wilhelmsland). Von **F. Heydrich.** Mit 1 Tafel und 1 Textfigur. 1897.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 36.

Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter.

Von **Dr. August Grob.**

Mit 10 Tafeln.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 36.

Dr. August Grob:

Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter.

Mit 10 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Beiträge

zur

Anatomie der Epidermis

der

Gramineenblätter.

Von

Dr. August Grob.

Mit 10 Tafeln.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Spaltöffnungen bei zahlreichen einheimischen Gräsern, sowie Bemerkungen über die „Kurzzellen". Pfitzer schlägt selbst diese Benennung für die kurzen Zellen der Gramineenepidermis vor und erwähnt auch die ältesten Beobachtungen über dieselben. Sie entstehen (nach Pfitzer) in gleicher Weise wie die Spaltöffnungen durch Teilung einer Oberhautzelle in eine kleinere vordere und eine grössere hintere. (Pfitzer kennt offenbar keine continuierlichen Kurzzellreihen, für welche natürlich der erwähnte Entwickelungsmodus nicht zutrifft.) Pfitzer bezeichnet die Kurzzellen geradezu als „fehlgeschlagene Spaltöffnungsmutterzellen". Er führt für diese Auffassung ausser dem oben erwähnten noch folgende Argumente an: 1. Oft treten über dem Assimilationsgewebe (innerhalb grösserer Bezirke) da, wo man nach Analogie anderer Gräser Stomata erwarten sollte, Kurzzellen auf. 2. In derselben Längsreihe von Oberhautzellen findet man bisweilen abwechselnd Spaltöffnungen und Kurzzellen eingeschaltet. 3. Sorauer fand ähnliche Kurzzellen bei Liliaceen und erklärt sie als „rückgebildete" Spaltöffnungen.

Für dies Vorhandensein einer genetischen Beziehung zwischen den Kurzzellen und Spaltöffnungen habe ich noch einige weitere, später erwähnte Thatsachen aufgefunden.

Da ferner nach Pfitzer auch Haare bisweilen Spaltöffnungen vertreten können und da nach Sorauer in der Spitze der *Tulipa*-Blumenblätter die Haare da beginnen, wo die Spaltöffnungen aufhören, scheint es, „dass die Stomata allenfalls als Trichome betrachtet werden können, dass ihre Mutterzellen wenigstens zuweilen mit denen von Haaren gleichwertig sind und dass diese Mutterzellen sich dann entweder zu Spaltöffnungen oder zu wahren Trichomen zu entwickeln vermögen oder aber als Kurzzellen in dieser Ausbildung stehen bleiben".

Der Abhandlung sind u. a. auch einige Figuren über die Epidermis des Niederblattes von *Spartina cynosuroides* beigegeben. Danach verdicken sich die langen Epidermiszellen bis fast zum Schwund des Lumens und bleiben die Kurzzellen dünnwandig.

Im übrigen erfährt man weder über die Anordnung, noch über den Bau der Kurzzellen (die Pfitzer offenbar nur in einerlei Qualität bekannt sind) genaueres.

In einer Abhandlung über die Wachsüberzüge der Epidermis (3) befasst sich De Bary (1871) ziemlich eingehend auch mit den Gramineen: Lange Epidermiszellen wechseln mit kurzen, welche höchstens so lang als breit, meistens noch kürzer sind. Letztere stehen meistens paarweise übereinander zwischen je zwei langen und sind alsdann in ihrer Gestalt und besonders Structur verschieden. „Die obere ist meist kleiner, besonders niedriger, mit oft eigentümlich eingebuchteten Seiten und mit sehr stark verdickter, in hohem Grade verkieselter Wand versehen. Die andere, untere, ist etwas breiter, manchmal quergekrümmt und die obere teilweise umfassend, von dieser durch minder derbe Wand sofort ausgezeichnet."

Diese letztern nennt er „kurze Epidermiszellen", die andern nach Wiesners Vorgang „Kieselzellen". Nicht selten liegt eine kurze Zelle zwischen zwei Kieselzellen oder umgekehrt*), oder es kommen Doppelpaare von Kiesel- und kurzen Zellen vor.

In der „Vergleichenden Anatomie der Vegetationsorgane" reproduciert De Bary diese Beobachtungen und erwähnt dazu, dass die untern der paarweise übereinander stehenden, kurzen Epidermiszellen schwächer, in vielen Fällen vielleicht gar nicht [*Saccharum officinarum*] verkieselt sind.

*) Dieser umgekehrte Fall, wo also in einer aus Kieselzellen und „kurzen Zellen" gemischten Gruppe zu oberst eine „kurze Zelle" liegen würde, ist aber nach meinen Beobachtungen äusserst selten.

Alle Hauptmodi, in welchen die Wachsüberzüge überhaupt auftreten, finden sich bei den Gräsern: 1. Einfacher Körnerüberzug (junge Stengelknoten von *Sorghum bicolor*), 2. Stäbchen oder Nadeln (ausgewachsene Internodien des Roggens und des Zuckerrohrs), 3. Kruste aus dicht aneinander liegenden, prismatischen Stäbchen (Halme von *Panicum turgidum*).

Die verschiedenen Epidermiszellen verhalten sich in der Wachsabscheidung oft ungleich. Schon Wiesner erwähnte, dass die von Zuckerrohrstengeln ablösbare Wachskruste Löcher besitze, welche den Kieselzellen entsprechen. De Bary bestreitet diesen Befund, gestützt auf eigene Untersuchungen an ganz frischem Material und unterscheidet seinerseits folgende Specialfälle:

1. Stäbchen gleichförmig über der ganzen Epidermis (excl. Schliesszellen der Stomata) (Halm des Zuckerrohrs).
2. Stäbchen über langen und kurzen Zellen, über letztern auffallend länger als über erstern (Halm von *Eulalia japonica*).
3. Stäbchen bloss über den kurzen Epidermiszellen gut entwickelt, an den Enden lockig gedreht. Lange Zellen wachsfrei oder spärlich mit Körnern besetzt (Aussenseite der Blattscheide von *Coix Lacryma*).
4. Über den langen Epidermiszellen eine starke, einschichtige Körnerkruste, über den kurzen kümmerliche Stäbchen (Zuckerrohr, Blattscheide).

(Obgleich De Bary über das Verhalten der „Kieselzellen" keine bestimmten Angaben macht, ergiebt sich doch zwischen den Zeilen und aus den Figuren, dass sie selbst kein Wachs abscheiden.)

„Die Wachs absondernden, kurzen Epidermiszellen von *Coix Lacryma* und *Sorghum bicolor* sind . . . durch ziemlich dicht feinkörnigen Inhalt ausgezeichnet, welcher in Jod eine gelbe Farbe annimmt." Diese Beobachtung habe ich an den entsprechenden Zellen ebenfalls oft gemacht. Über die Wachsausscheidungen habe ich aber keine Untersuchungen angestellt.

Den Schluss der Abhandlung bilden Mitteilungen über die Entwickelungsgeschichte der Wachsdecken, u. a. auch derjenigen von *Saccharum officinarum, Sorghum halepense, Eulalia japonica, Erianthus Ravennae, Coix Lacryma.* Das Zuckerrohr ausgenommen, sind regelmässig die Membranen schon bei Beginn der Wachsausscheidung „vollständig" verkieselt.

Die beigegebenen Tafeln enthalten Flächenbilder der Epidermis (über Assimilationsgewebe offenbar) der Blattscheide von *Coix Lacryma* und des Stengels von *Sorghum bicolor* und Querschnitte durch die Internodien von Roggen und Zuckerrohr. Der morphologische Charakter der beiden Kurzzellsorten tritt in diesen Figuren jedoch nicht deutlich hervor.

Schwendener (25) hat 1874 im „mechanischen Princip" die Verteilung von Mestom und Stereom in den Blättern und Halmen der Gräser geschildert. Die Configuration des mechanischen Systems in den Halmen ergab unverkennbare Beziehungen zum System. Es existieren drei Typen:

1. Für die Mehrzahl der Gräser ist charakteristisch der gerippte Hohlcylinder mit Anschluss der Rippen an die Epidermis. Bei zahlreichen Paniceen (und einigen Arten anderer Tribus) herrscht die Tendenz zur Unterdrückung der subepidermalen Rippen (Übergang zum Liliaceentypus).

2. Für die Maydeen und Andropogoneen ist charakteristisch das System der peripherischen, meist an Mestom gebundenen Bastbündel mit unregelmässigen Verschmelzungen derselben unter sich und mit der Epidermis.

3. Die Bambusen zeichnen sich (in den dickern Stammteilen) aus durch den Besitz zählreicher subcorticaler Mestombündel mit starken Bastbelegen.

Die Epidermis der Halme ist nach Schwendener durchweg derb gebaut.

Für das Gramineenblatt sind parallel verlaufende I- oder T-Träger typisch, deren Gurtungen durch Bast und deren Füllung durch Mestom, ausserdem oft noch durch grünes oder farbloses Parenchym oder beiderlei gebildet wird.

Im Mesophyll von *Gynerium argenteum* und *Erianthus Ravennae* beobachtete Schwendener Zug- und Drucklinien, sowie gürtelförmig die assimilierenden Zellen umlaufende Intercellularen, welche das Blatt quer durchsetzende Netze bilden.

Von Duval-Jouve (6) erschien 1875 die „Histotaxie des feuilles de Graminées", welche das Hauptwerk über Grasblattanatomie bildet. Die meisten spätern Autoren haben daraus geschöpft, häufig, wie es scheint, unter Vernachlässigung der früheren, Duval-Jouve grösstenteils unbekannt gebliebenen, einschlägigen deutschen Arbeiten.

Gestützt auf ein ausgebreitetes Beobachtungsmaterial giebt Duval-Jouve eine übersichtliche Darstellung der Gewebe und der Gewebsverteilung in der Blattspreite.

Er untersuchte offenbar fast ausschliesslich Querschnitte. Auf vier Tafeln finden sich über 30 Blattquerschnitte, aber keine einzige Flächenansicht der Epidermis.

In der Epidermis unterscheidet er folgende Elemente:

Lange und kurze Epidermiszellen, cellules bulliformes, kurze stachelförmige und lange cylindrische Haare, sowie vierzellige Spaltöffnungen.

Die Epidermis zerfällt nach der Form der Zellen und der Unterlage in dreierlei Bänder: 1. Bänder über Bast. 2. Bänder über Parenchym. 3. Bänder aus cellules bulliformes.

Die Bänder über Bast sind auf der Unterseite meist breiter als auf der Oberseite. Sie bestehen aus langen Zellen, welche derber und schmäler sind als diejenigen der übrigen Bänder, und aus kurzen Zellen, welche einzeln oder zu zwei mit den langen alternieren, ferner aus Stachelhärchen und Weichhaaren. Zwischen letztern beiden Trichomen kommen Übergangsformen vor. Die kurzen Epidermiszellen kommen in den Bändern über Bast fast bei allen Species vor, fehlen dagegen meist (le plus souvent) in den beiden andern Bändern. Letztere Behauptung ist in dieser allgemeinen Fassung entschieden nicht zutreffend.

In den Bändern über Parenchym habe ich (namentlich bei exotischen Gräsern) Kurzzellen sehr oft angetroffen. Allerdings sind sie hier regelmässig spärlicher als über Bast und oft kümmerlich entwickelt, sodass sie leicht übersehen werden können. Merkwürdigerweise sind Duval-Jouve auch die continuierlichen Kurzzellreihen über Bast, welche sehr häufig vorkommen, vollständig entgangen. Überhaupt fehlen nähere Angaben über Form, Structur und Topographie der Kurzzellen ebenso, wie Abbildungen derselben. Duval-Jouve macht an dieser Stelle darauf aufmerksam, dass bei allen 57 untersuchten Cyperaceen in den Bändern über Bast „cellules à fond conique" sich fanden, dass dagegen bei Gräsern und Juncaceen keine Spur solcher Elemente sich entdecken liess.

Die Stachelhaare am Blattrande von *Leersia oryzoides* sind bloss im Bereich der oberen Blatthälfte gegen die Blattspitze, längs der unteren Hälfte umgekehrt gegen die Blattbasis gerichtet. Diese Er-

scheinung ist nach Duval-Jouve einzig in ihrer Art bei den Gräsern. Ich habe solche verkehrt gerichtete Stachelhaare vereinzelt am Blattrand einiger weniger Arten, sowie in beträchtlicher Anzahl über der Blattfläche zahlreicher Species beobachtet.

Die Haare am Blattrand von *Tragus racemosus* sind am Grunde von einer tubulösen, zu unterst drei- bis vierschichtigen Scheide umhüllt und (nach Duval-Jouve) einzig in ihrer Art bei Gräsern. Ich habe ähnliche umscheidete Trichome, allerdings weniger typisch, am Rande verschiedener Arten beobachtet.

Die Stachelhaare finden sich (nach Duval-Jouve) fast nur über Bast, die Weichhaare auch in den übrigen Bändern. Beiderlei Trichome sind auf der Blattoberseite sehr viel häufiger als auf der Unterseite und fehlen hier meist vollständig bei Arten mit „feuilles coriaces".

Die Zellen der Bänder über Parenchym sind entweder dünnwandig und wenig oder gar nicht gewellt oder rectangulär und deutlich wellig, ausnahmsweise auch rectangulär und ungewellt *(Festuca arundinacea)*. Die Weichhaare dieser Streifen sind an der Basis sehr oft eingeschnürt und manchmal von einem etwas vorspringenden Hof kleiner, dünnwandiger Zellen umgeben. (Haare der letzteren Art habe ich als „Polsterhaare" beschrieben.) *Andropogon foveolatus* führt über Parenchym dicke, stumpfe, cylindrische oder keulenförmige Haare mit erweitertem Fuss und von eigenartigem Habitus. (Volkens hat dieselben später ebenfalls beschrieben und abgebildet, p. 314 u. ff.)

P. 316 u. ff. giebt Duval-Jouve eine Übersicht über die (neun) verschiedenen Anordnungsformen der Blasenzellbänder (cellules bulliformes) und discutiert die Rolle derselben bei der ersten Ausbreitung und bei den periodischen Schliessbewegungen des Blattes.

Mit Bezug auf das Mesophyll ist folgender Punkt von besonderem Interesse: Das Assimilationsgewebe ist in zweierlei Weise angeordnet.

a. Es schliesst sich an die Epidermis und besteht unter derselben aus Palissadenzellen. (Unsere Wiesengräser u. v. a.)

b. Es schliesst sich an die Gefässbündel. Es umgiebt dieselben in Form vollkommener Scheiden oder offener Schienen, meist in doppelter Schicht. Die innere besteht aus cubischen, dunkler grünen, die äussere aus palissadenförmig gestreckten, heller grünen Zellen, welche radiär zum Mestombündel und senkrecht zu dessen Längsachse stehen.

Dieser Anordnungsmodus findet sich hauptsächlich bei Paniceen, Andropogoneen und Chlorideen.

(Ähnliche Differenzen in der Anordnung des Chlorophyllparenchyms constatierte Duval-Jouve ungefähr zu derselben Zeit innerhalb der Gattung *Cyperus*.)

Auch über die Beziehungen der mechanischen und parenchymatischen Gewebe zum Standort machte Duval-Jouve zahlreiche Beobachtungen.

v. Hörnel hat 1875 in zwei Abhandlungen den Bau der Reisspelzen einerseits (56), andererseits (57) die Differenzierung der äusseren Spelzenepidermis folgender Arten geschildert: *Leersia oryzoides, Setaria germanica, Panicum miliaceum, Sorghum vulgare, Avena sativa, A. orientalis, Triticum Spelta, Hordeum vulgare, Bromus Schraderi, Secale cereale, Lolium temulentum, Phalaris arundinacea, Ph. canariensis.* Die Reihenfolge der Aufzählung bedeutetet einen Fortschritt von den complicierteren zu den einfacheren Typen. In der Epidermis lassen sich folgende Elemente unterscheiden: 1. Epidermiszellen, rectagonal und starkwellig (alle Species excl. *Phalaris*) oder polygonal und glattwandig *(Phalaris)*. 2. „Kieselzellen", be

allen Arten mit Ausnahme von *Setaria, Panicum* und *Phalaris* vorhanden, halbmondförmig beim Roggen, gross, rund, vereinzelt, sowie gepaart und kleiner bei den übrigen. Hörnel nennt alle Kurzzellen schlechthin „Kieselzellen". De Barys diesbezügliche Untersuchungen sind ihm offenbar unbekannt. Beim Reis sollen die „Kieselzellen" auf die Grannen beschränkt sein. 3. Stachelhaare. 4. Borstenhaare. 5. Zweizellige, mikroskopische Härchen bei *Oryza sativa* (mit Abbildung) und *Leersia oryzoides*. Wie aus den Figuren sich zweifellos ergiebt, entsprechen sie den an Blättern von mir oft aufgefundenen und „Winkelhaare" genannten Trichomen.

Bei zahlreichen Arten (Reis, *Avena* u. a.) sind die Zellen des Hypoderma durch seitliche Fortsätze unter sich und mit der Epidermis verzapft.

Nach Westermaier (35) ist die Wellung der Längswände der Epidermiszellen der Gräser in doppelter Hinsicht vorteilhaft. Erstens erhöht sie die Zugfestigkeit der Membran, zweitens bildet sie eine Versteifung, welche den vollständigen Collaps verhindert. Sie beschränkt sich übrigens keineswegs immer auf die Aussenpartien der Seitenwände, wie Westermaier anzunehmen scheint.

Hackel (10) macht in seiner Monographie des Genus *Festuca* (1882) auch Angaben über die Histologie der Blattspreite. Dieselben sind durch 37 Blattquerschnitte illustriert. „Die histologischen Charaktere der Blattspreite gehören zu den wichtigsten für die Unterscheidung der *Festuca*-Formen." Mesophyll und Gefässbündel sind bei den verschiedenen Arten sehr gleichförmig gebaut, dagegen bieten Epidermis und mechanisches Gewebe auffallende Unterschiede von systematischem Wert. „Doch müssen histologische Charaktere immer für jede Art und jeden Formenkreis für sich auf Constanz oder Variabilität geprüft werden, da dieselben Charaktere in gewissen Gruppen als constant, in andern als sehr variabel sich erweisen können." Von grösster Constanz sind jene Merkmale, welche sich auf die ursprüngliche Disposition und das Vorhandensein oder Fehlen bestimmter Gewebegruppen, namentlich der mechanischen, beziehen, während alle Quantitätsverhältnisse sehr variabel sind.

In der Epidermis unterscheidet Hackel folgende Elemente: Epidermiszellen, cellulae bulliformes oder Fächerzellen, aculeoli oder Stachelhaare, pili oder Weichhaare und Spaltöffnungen. Die Kurzzellen erwähnt er nicht. Die Epidermiszellen sind auf der Blattoberseite durchschnittlich „kleiner" (im Querschnitt offenbar) als unterseits. Experimentelle Versuche ergaben, dass die Dicke der Aussenwand, die Weite des Lumens und das Vorhandensein oder Fehlen von leistenförmigen Vorsprüngen über den Seitenwänden in hohem Grade von Standortseinflüssen abhängig sind, und zwar so, dass Trockenheit die Membranverdickung und Cuticularleistenbildung fördert.

Zwischen Stachel- und Weichhaaren finden sich Übergangsformen, die man als Borsten und Börstchen bezeichnen kann. Die Constanz der Behaarung ist nach Arten und Organen sehr ungleich. Bei *Festuca ovina genuina* können an demselben Rasen kahle und behaarte Halme, Blätter und Spelzen auftreten.

Die Verteilung der Spaltöffnungen ist systematisch nicht zu verwerten.

Die Sklerenchymringe auf der Aussenseite borstlicher Blätter entstehen nicht wie diejenigen der Halme aus einem continuierlichen Cambiumring, sondern als gesonderte Anlagen über den Gefässbündeln, welche secundär zusammenfliessen.

Haberlandt (14) rubriciert in seiner vergleichenden Anatomie des Assimilationssystems (1882) die Gräser unter Typus 9, System III. Das Assimilationssystem besteht aus gewöhnlichen Palissadenzellen, das Zuleitungsgewebe aus quergestreckten, chlorophyllhaltigen Zellen, das Ableitungsgewebe aus Parenchym-

scheiden, welche die parallel verlaufenden Gefässbündel umgeben. So verhalten sich die meisten (?) Gräser, die *Carices*, manche *Cyperus* u. a. Bei den Gräsern wird auf der Oberseite des Blattes die Palissadenschicht nicht selten ersetzt durch eine oder mehrere Lagen quergestellter Tafelzellen. Ferner wird die Parenchymscheide oft durch farbloses Parenchym verstärkt. (Die Tafeln enthalten Partien des Blattquerschnittes von *Glyceria fluitans*.)

Tschirch (31) verdanken wir eine von zahlreichen Querschnittsbildern begleitete Darstellung der Blattstructur verschiedener Steppengräser und experimentelle Untersuchungen über den Einrollungsmechanismus des Grasblattes. Letzterer beruht teils auf einem ungleichen Quellungsvermögen der Bastelemente der Blattunterseite, teils auf Turgordifferenzen des Blattparenchyms. Duval-Jouves „cellules bulliformes" nennt Tschirch „Gelenkzellen", da sie ihm bei den periodischen Blattbewegungen in erster Linie als Scharniere an den Stellen stärksten Zuges und Druckes zu functionieren scheinen. Er beschreibt ausführlich ihre morphologischen und chemischen Eigenschaften. Aussen- und Innenwände sind regelmässig dünn, die Aussenwände meist dicker und auf der Aussenfläche fein längsgefältelt. Die Membran besteht in ihrem ganzen Umfang aus reiner Cellulose und besitzt daher auch ein weisslich gallertiges Aussehen. Der Inhalt ist farbloser Zellsaft. (Diese Angaben haben, wie sich später zeigen wird, nur beschränkte Gültigkeit. Ich habe bei verschiedenen Arten starke Verkieselung der äusseren Partien dieser Zellen, sowie intracelluläre, das Lumen vollständig ausgiessende Kieselkörper beobachtet.)

Oft setzen die Gelenkzellen blatteinwärts sich in mehrschichtige „Gelenkpolster" mit kollenchymatischer Verdickung ihrer Elemente fort (*Aristida pungens*).

Tschirch bespricht auch die Schutzapparate und die Verteilung der Spaltöffnungen, tritt aber im übrigen auf den Bau der Epidermis nicht näher ein.

Ambronn (1) gab 1884 eine Theorie der Genese der Wellung und eigenartigen Verdickung bei jenen gewellten Epidermiszellen, welche u. a. auch für die Gräser typisch sind und oft Poren in der Aussenwand vortäuschen. Ambronn erklärt aber nur die Entstehung jener Pseudo-Tüpfelcanäle, welche an der Grenze zwischen Aussen- und Seitenwand der Epidermiszelle liegen und ganz bestimmt orientiert sind. Volkens (Flora der ägyptisch-arabischen Wüste) fand jedoch bei *Sporobolus spicatus* ächte Tüpfelkanäle in der Aussenwand der Epidermiszellen des Blattes. (Vergl. seine Figuren 6 und 8. Tafel XVIII.)

Möller (58) giebt in der „Mikroskopie der Cerealien" (reproduciert in der Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel) Daten über die Histologie der äusseren Spelzenepidermis der Cerealien, sowie verschiedene Flächenbilder derselben.

Die gewöhnlichen, schon von Höhnel und Wiesner aufgeführten Elemente kehren wieder. Die kurzen Epidermiszellen bezeichnet er ähnlich wie Höhnel schlechtweg als „Kieselzellen" (p. 101 der Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel), sagt jedoch von denselben ausdrücklich: „Sie sind jedoch nicht mehr und nicht weniger verkieselt als die Oberhautzellen". Weiter unten (p. 154) unterscheidet er „Kieselzellen" und „halbmondförmige Zellen", ohne dieselben näher zu charakterisieren. Die Kieselzellen bezeichnet er als Haarrudimente, da sich bisweilen alle Übergänge von diesen zu Trichomen finden. Ähnliche Beobachtungen machte schon Höhnel. Ich habe an der Blattspreite solche Übergänge nie beobachtet.

Güntz (7) war (1886) der erste seit Duval-Jouve, welcher wieder ausgedehntere Untersuchungen über die Anatomie des Gramineenblattes anstellte. Er untersuchte ca. 130 Arten speciell im Hinblick auf die Beziehungen derselben zu Klima und Standort.

In der Epidermis unterscheidet er folgende Elemente: Lange Epidermiszellen, Zwergzellen, Stachel- und Weichhaare mit Zwischenformen.

Die zweizelligen Härchen, welche ich unten als Winkelhaare beschrieben und bei zahlreichen Gräsern, z. B. bei fast allen Panicoideen, aufgefunden habe, sind Güntz entgangen.

Dasselbe Blatt kann oberseits glattwandige, unterseits gewellte Epidermiszellen besitzen (*Secale montanum*).

Glattwandige Langzellen finden sich vorzugweise bei unseren Wald- und Wiesengräsern, starkwellige bei den Gräsern von strauch- und baumartigem Habitus oder doch mit grosser Blattfläche, ferner bei Bewohnern der Steppe und nördlicher Gegenden.

Die Angaben über die Kurzzellen sind auffallend dürftig, zum Teil durchaus falsch. (Kurzzellen, wie sie in den vier, Flächenstücke der Epidermis darstellenden Figuren wiedergegeben sind, habe ich eigentlich nirgends beobachtet.) Merkwürdigerweise kennt Güntz nur einerlei Kurzzellen, und doch ist ihm De Barys Abhandlung über die Wachsüberzüge der Epidermis bekannt. „Die Zwergzellen sind kleine, oft stark verkieselte Zellen, über deren Function nichts sicheres bekannt ist.“ Auf der Blattunterseite sollen sie häufiger sein als auf der Oberseite. (Dies ist allerdings in der Mehrzahl der Fälle richtig, aber durchaus nicht etwa so auszulegen, dass auf die Flächeneinheit eines Epidermisbandes über Bast z. B. auf der Blattunterseite in der Regel mehr Kurzzellen entfallen als auf der Oberseite. Diese Erscheinung hat vielmehr ihren Grund einfach darin, dass auf der Oberseite gewöhnlich zahlreiche, kurzzellfreie Blasenzellstreifen [cellules bulliformes] liegen, und dass die Epidermisstreifen über Bast, welche gewöhnlich besonders reich an Kurzzellen sind, oberseits meist schmäler, oft auch weniger zahlreich sind als unterseits.)

Aus einer 22 Arten umfassenden Tabelle (p. 21) soll sich ergeben: 1. dass diejenigen Blätter, welche Zwergzellen besitzen, meist auch gewellte Epidermiszellen aufweisen, dass dagegen bei Arten mit wenig oder gar nicht gewellten Epidermiszellen Kurzzellen oft fehlen: 2. dass sich hinsichtlich des Vorkommens der Zwergzellen zu klimatischen und Standortsverhältnissen keine Beziehungen auffinden lassen.

Ich muss, gestützt auf ein ausgedehnteres Vergleichsmaterial, beide Schlussfolgerungen als falsch bezeichnen. Die erwähnte Tabelle enthält elf Arten mit, und elf Arten ohne Kurzzellen. Von diesen letztern, angeblich kurzzellfreien Arten habe ich vier (*Holcus lanatus, Hierochloa borealis, Dactylis glomerata, Secale montanum* Oberseite) nachgeprüft und bei allen, wenigstens über den stärkern Bastbündeln, zahlreiche Kurzzellen beobachtet. Kleine Epidermisfetzen können allerdings leicht zu falschen Schlüssen über die Differenzierung des Hautgewebes führen, speciell bei unsern einheimischen Gräsern.

Güntz macht im weitern noch Mitteilungen über die Verteilung der Spaltöffnungen und ihre Schutzapparate, ferner über das Vorhandensein und Fehlen von Wachsüberzügen und Trichomen und bespricht im Anschluss daran die übrigen Gewebesyteme.

Das farblose Parenchym, nach Güntz Wasserspeichergewebe, ist bei Tropen- und Steppengräsern besonders gut entwickelt.

Bast und Chlorophyllparenchym variieren mit dem Standort in bekannter Weise. Letzteres ist am besten entwickelt bei den Gräsern der Savannen, sowie unserer frischern Wiesen und Wälder.

Kranzförmige Anordnung desselben in zwei ungleichen Schichten rings um die Gefässbündel trifft man nach Güntz vorzugsweise bei tropischen Gräsern, welche grösstenteils den Bentham-Hoocker'schen Tribus der Paniceen und Chlorideen angehören.

Bau. Verlauf und Anordnung der reichlich durch Queranastomosen verbundenen Gefässbündel lässt keine Beziehungen zum Standort erkennen.

Nach dem gesamten, anatomischen Bau des Blattes unterscheidet Güntz vier klimatische Gruppen:

1. Savannengräser: Blätter glatt. Epidermiszellen stark gewellt. Mittelrippe mit Wasserspeichergewebe und zahlreichen Gefässbündeln ausgestattet. Meist deutliche, chlorophyllhaltige Scheiden um die Gefässbündel.

2. Wiesengräser. Blätter glatt oder rinnig. Mittelrippe mit wenig Wassergewebe oder ganz ohne solches und mit nur einem Gefässbündel ausgestattet. Die übrige Lamina besteht vorwiegend aus Chlorophyllparenchym.

3. Bambusen. Sie sind den Wiesengräsern ähnlicher als den Savannengräsern. Epidermis stark verdickt und gewellt und mit leistenartigen Fortsätzen versehen. Wenig Wassergewebe. Elliptische Hohlräume im Parenchym. Die Mittelrippe führt viel Bast und oft mehrere Gefässbündel.

4. Steppengräser. Blätter meist rinnig vertieft, ohne deutliche Mittelrippe. Epidermis stark verdickt und stark gewellt, oberseits oft reichlich Trichome führend. Viel mechanisches Gewebe. Oft zieht sich das Chlorophyllparenchym auf enge Bezirke an den Prismenseiten zurück und verläuft ein continuierliches Bastband auf der Blattunterseite.

Volkens (34) verdanken wir wertvolle Beiträge zur Kenntniss der Grasblattanatomie (1887). Derselbe hat dreizehn Arten der ägyptisch-arabischen Wüste untersucht und auf drei Tafeln von den meisten Arten sorgfältig ausgearbeitete Querschnittsbilder, von einigen wenigen Species auch Epidermispartien von der Fläche gegeben.

Drei Arten (*Stipa tortilis* und zwei *Schismus*-Species) sind einjährig und zeigen auf dem Querschnitt dieselbe Anordnung der Gewebe, wie die Mehrzahl unserer Wiesengräser.

Alle übrigen (meist Paniceen und Andropogoneen, zum kleinern Teil auch Agrostideen, Aveneen, Festuceen und Chlorideen) sind ausdauernd und daher einer intensiven Trockenperiode ausgesetzt. Das Chlorophyllparenchym aller dieser Arten legt sich in meist doppelter Schicht um die Gefässbündel, so wie bereits Duval-Jouve und Güntz dies bei Paniceen, Andropogoneen und Chlorideen beobachteten. Die cubischen Zellen der innern Schicht enthalten grosse, dichtgehäufte, die palissadenförmigen Zellen der äussern Schicht kleinere und spärlichere Chlorophyllkörner.

Meist verläuft zwischen je zwei Chlorophyllscheiden eine das Blatt vollständig durchsetzende Wassergewebslamelle. Dieselbe geht an der Blattoberseite gewöhnlich in blasenförmig aufgetriebene Epidermiszellen über, welche den „cellules bulliformes" Duval-Jouves und den Gelenkzellen Tschirchs entsprechen. Volkens betont jedoch, dass er in keinem Falle infolge geänderter Transpirationsbedingungen Einrollung oder auch nur Einkrümmung der Spreite beobachtete. Dagegen constatierte er ein blasebalgähnliches Spiel, d. h. ein Schmaler- und Breiterwerden der Spreite, das von der Wasserzufuhr abhängig war. Er sieht daher die Hauptfunction dieser Zellen in der Wasserspeicherung und verwirft den Tschirch'schen Ausdruck „Gelenkzellen" auch für den Fall, wo kein subepidermales Wassergewebe sich an dieselben anschliesst.

Über die weitere Differenzierung der Epidermis erfährt man wenig. Die bekannten, einzelligen Trichomformen treten ab und zu auf und bedecken bisweilen Rillen, in deren Grund Spaltöffnungen liegen. Letztere kommen bei *Aristida ciliata* gegen alle Regel auch auf der Aussenseite der stielrunden, borstlichen Blätter vor, geschützt durch je vier mächtige, solide Cuticularzapfen.

Die Kurzzellen werden mit keinem Worte erwähnt. Man vermisst dieselben denn auch in den Figuren, Figur 8, Tafel XVIII ausgenommen. (Doch wird auch in diesem Falle derselben nirgends mit einem Worte gedacht.) Ich habe nur *Cynodon Dactylon* nachgeprüft. Sie sind hier*) über den Baststrängen reichlich und in zweierlei Qualität vorhanden.

Diese Art führt ferner zweizellige Härchen (Winkelhaare), welche Volkens nicht erwähnt.

In Hackels Monographie der Andropogoneen (12) findet sich auch ein Abriss der Anatomie des Andropogoneenblattes. Hackel untersuchte die Blattquerschnitte von mehr als einem Viertel aller beschriebenen Arten. Abbildungen fehlen, an ihrer Stelle findet sich ein Verzeichnis aller einschlägigen Figuren in der Litteratur. Der Autor gelangt hinsichtlich des systematischen Wertes anatomischer Merkmale zu folgenden Resultaten: „Weder lassen sich die Andropogoneen von den verwandten, oder selbst von der ganz fernstehenden Tribus der Chlorideen anatomisch unterscheiden, noch giebt es ein Merkmal oder eine Combination von solchen, die irgend einer Gattung allein zukäme." . . „Die Subgenera zeigen nur dann bisweilen einen einheitlichen Blattbau, wenn sie weniger als zehn Species enthalten. Die einzelnen Arten hingegen, sehr formenreiche ausgenommen, lassen sich in den allermeisten Fällen anatomisch gut charakterisieren, wenn man die individuellen, meist von Standortseinflüssen bedingten und oft sehr bedeutenden Schwankungen mit berücksichtigt."

Epidermis, Wasserspeichergewebe und Sklerenchym bedingen in erster Linie die Verschiedenheiten.

Der typische Bau des Blattes ist folgender: Das Chlorophyllparenchym schliesst sich in allen untersuchten Fällen kranzförmig (meist in doppelter Schicht) an die Gefässbündel. Diese liegen in den Seitenteilen des Blattes ungefähr in der Mitte. Die stärkern werden von Baststrängen begleitet. Gegen die Breitenmitte des Blattes hin schiebt sich eine allmählich immer mächtiger werdende Schicht farblosen Parenchyms ein, sodass die Mestombündel samt ihren Chlorophyllscheiden an die untere Epidermis gedrängt werden. An Stelle der obern Baststränge tritt ein Bastband, welches sich über die ganze Breite des Wassergewebes erstreckt. Letzteres wird gegen die Blattbasis immer breiter. Die Epidermis besteht aus „Epidermiszellen", „cellulae bulliformes" und einzelligen Trichomen. Die Blasenzellen finden sich bloss auf der Blattoberseite, in verschiedenartiger Anordnung.

Schwendener (26) beschrieb 1889 Bau und Mechanismus der Spaltöffnungen der Gräser und Cyperaceen. Nach seinen Untersuchungen stehen diese Familien durch die Besonderheiten ihrer Stomata unter den Monokotylen isoliert da. Eben diese deuten aber anderseits auch wieder auf eine wirkliche Stammesverwandtschaft der beiden Familien.

1890 publicierte Schwendener eine Studie über die Mestomscheiden der Gramineenblätter. Er giebt darin zunächst eine Charakteristik der Mestom- und Parenchymscheiden. Die vergleichende Untersuchung zahlreicher Arten aus den verschiedensten Tribus ergab, dass die Mestomscheiden fehlen bei allen Maydeen, Andropogoneen und einem Teil der Paniceen, dass sie dagegen vorhanden sind bei dem andern Teil der Paniceen und allen übrigen Tribus. Das Auftreten und Fehlen der Mestomscheide ist also offenbar von Klima und Standort unabhängig. Diese repräsentiert kein epharmonisches, sondern ein taxinomisches (Vesque) Merkmal. Dasselbe Resultat ergiebt sich bezüglich der Mestomscheide auch bei andern Familien (z. B. Labiaten und Compositen).

*) Sehr wahrscheinlich auch bei allen übrigen Arten.

Ähnliche Unterschiede systematischer Natur, allerdings weniger durchgreifende als bei den Spaltöffnungen und Mestomscheiden, ergaben sich auch aus der Configuration der mechanischen Gewebe des Stengels. „Doch fallen die Grenzen der dadurch bestimmten Verwandtschaftskreise keineswegs zusammen." Es ergiebt sich vielmehr, „dass jedes Gewebesystem und jeder Apparat seine eigene Geschichte hat, deren Wendepunkte in der Reihe der Generationen mit denjenigen anderer Entwickelungsvorgänge meist nicht zusammenfallen."

Kohl (19) berührt an verschiedenen Stellen seines Buches über die Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze (1889) die Gramineen (p. 199, 203, 237, 273). Er bespricht auch ausführlich die wichtigere Litteratur über die pflanzliche Kieselsäure.

Diatomaceen, Equiseten, Gramineen, Cyperaceen, Ericaceen, Aspen, Birken, Ulmen etc. sind Kieselpflanzen, weil sie erfahrungsgemäss da am üppigsten gedeihen, wo der Boden Kieselsäure in löslicher Form unausgesetzt darbietet, und weil sie diese in ihrem Körper in irgend einer Form niederschlagen und als quantitativ bedeutenden Teil ihrer Asche beim Verbrennen zurücklassen.

Kieselpflanzen par excellence sind die Palmen, Orchideen, Musaceen, Maranthaceen und gewisse Farne (Kieselkörper im Grundgewebe), sowie die Podostemaceen (Kieselkörper in der Epidermis, oft auch im Grundgewebe).

Wie ersichtlich, fehlen in dieser letzten Aufzählung die Gramineen, wohl mit Unrecht, wie aus meinen Untersuchungen hervorgehen wird.

Unter den Monokotylen gehören zu den Kieselpflanzen die Orchideen, Musaceen (Juncaceen), Gramineen, Cyperaceen und Palmen. Nimmt man die Gramineen, Cyperaceen und Juncaceen aus, dann führen alle übrigen von den erwähnten Familien kieselkörperhaltige Deckzellen oder Stegmata.

„Die Gramineen und Cyperaceen deponieren ihre Kieselsäure hauptsächlich in den Zellmembranen" (p. 203). „*Bambusa* setzt ausserdem colossale Mengen von Kieselsäure in den Internodialhöhlen ab." (Vergl. Cohn [44] „Über Tabaschir".)

Bei den Blättern der meisten Gramineen, Cyperaceen u. a. erstreckt sich die Verkieselung bloss auf die äussersten Schichten der Hautzellmembranen und es lässt sich der verkieselte Teil mit Schulzes Reagens leicht isolieren.

Das ganze Mesophyll des Blattes ist (in den Membranen) verkieselt „bei vielen Gräsern", z. B. *Phragmites communis,* Bambusen, sowie bei Vertretern verschiedener anderer Familien.

Ich habe solide, intracelluläre Kieselkörper in der Blattepidermis der meisten, untersuchten Arten aufgefunden, bald in spärlicher, bald in reichlicher Anzahl.

Holm (15) beschrieb 1891 in der „Botanical Gazette" die anatomische Structur des Blattes einer Reihe nordamerikanischer Arten: *Uniola latifolia* Michx., *U. gracilis* Michx., *U. nitida* Baldw., *U. paniculata* L., *U. Palmeri* Vasey; *Distichlis maritima* Raf., *D. thalassica* Humb. et Kth., *D. prostrata* Benth.; *Pleuropogon refractum* Gr., *Pl. Californicum* Nees, *Pl. Sabinei* R. Br.

Auf fünf Tafeln finden sich zahlreiche Figuren, welche meist Blattquerschnitte darstellen.

In der Epidermis unterscheidet Holm folgende Elemente: Lange, glatte oder mit Cuticularwärzchen besetzte Epidermiszellen, kurze Epidermiszellen, Stachelhaare, lange Haare, am Grunde bisweilen *(Uniola latifolia)* von einem etwas vorspringenden Zellenhügel umgeben, und stumpfe, kurze Haare („short, unicellular, slightly curved and obtuse hairs").

Diese stumpfen, kurzen Haare beobachtete Holm bei *Uniola latifolia*. Die Abbildung eines solchen lässt ohne weiteres erkennen, dass hier die Basalzellen jener zweizelligen Härchen vorliegen, welche schon Höhnel an Spelzen beobachtete. Die Endzellen sind sehr zart und gehen leicht zu Grunde.

Ich habe *Uniola latifolia* nachgeprüft und gefunden, dass auch Holms Bemerkungen über die Kurzzellen durchaus ungenügend sind und zum Teil falsche Vorstellungen erwecken.

„As regards the structure of the epidermis of the superior face, this does not show anything of particular interest. . . . Besides these rows of epidermis cells (schmale, rectanguläre Zellen über Parenchym) there are still a few, from one to five, rows, wich cover the stereome. These consist of very short and narrow cells, the walls of which are strongly thickened."

Diese Angaben entsprechen dem wahren Sachverhalt ebensowenig, wie die zugehörige Flächenansicht eines kleinen Epidermisstückes. Diese hat zwar das Verdienst, in der ganzen Litteratur die einzige zu sein, welche eine aus lauter Kurzzellen bestehende Längsreihe zeigt. (Thatsächlich kehrt dieser Fall über Bast bei zahlreichen Gräsern wieder!) Sie enthält aber nur eine einzige solche Reihe und die Zellen derselben erscheinen alle gleich.

In Wirklichkeit ist die Epidermis über dem Bast ähnlich gebaut, wie etwa in Tafel IV, 3, das heisst so, wie bei zahlreichen Arten der verschiedensten Tribus. Reihen aus lauter Langzellen wechseln mit solchen aus lauter Kurzzellen und in diesen letzteren wechseln wieder solid verkieselte, bisquitförmige Zellchen mit dünnwandigen, weitlumigen, weniger regelmässig gestalteten Kurzzellen.

Auch die Beschreibung der übrigen Arten enthält keine genaueren Angaben über die Beschaffenheit und Gruppierung der Kurzzellen.

Hinsichtlich der Anordnung des Mesophylls ergiebt sich eine sehr interessante Thatsache. Alle diejenigen Arten nämlich, welche den sandigen Meeresstrand bewohnen (*Uniola Palmeri* und *U. panicea, Distichlis maritima* und *D. thalassica*) zeigen genau dieselbe Verteilung des grünen und farblosen Parenchyms, wie die Mehrzahl der ausdauernden Gräser der ägyptisch-arabischen Wüste.*) (Holm scheint indessen die bezügliche Arbeit von Volkens unbekannt zu sein.)

Holm hat auch mehrfach Exemplare verschiedener Standorte in ihren anatomischen Charakteren verglichen.

Hohenauer (48) publicierte 1893 Beobachtungen über den anatomischen Bau des Halmes von sechzehn Arten, welche auf alle Hackel'schen Tribus (excl. Trigestineen) sich verteilen. Figuren sind keine beigegeben. Es finden sich unter anderem auch Massangaben über die Länge und Breite der verschiedenen Epidermiselemente. Die Breite der Kurzzellen, welche allgemein verbreitet sind, schwankt zwischen 6 und 16 μ, die Länge zwischen 3 und 25 μ. Besonders klein sind die Kurzzellen von *Oryza sativa* (6 μ breit und 3—6 μ lang), besonders gross diejenigen von *Phalaris minor* (9—16 μ breit und 18 μ lang) Genauere Angaben über Gestalt und Qualität der Kurzzellen fehlen. Die Kurzzellen von *Triticum vulgare* sollen „siebförmig perforiert" sein!

*) Vergleiche auch Schimper, Die indo-malayische Strandflora. Jena 1891. (Xerophytische Anpassung von Halophyten.)

Relativ kleine Spaltöffnungen (22 μ lang und 19 μ breit) besitzt *Phalaris minor*, relativ grosse (69 μ lang und 31 μ breit) *Avena sterilis*.

Hohenafer giebt auch zahlreiche Angaben über die Verholzung des Mestoms und Stereoms.

Wie aus diesem Litteraturabriss leicht zu ersehen ist, haben die meisten Forscher, darunter auch diejenigen, welche die ausgedehntesten Untersuchungen angestellt haben, die Epidermis etwas vernachlässigt und ihr Hauptinteresse dem Studium des Mesophylls zugewendet.

Orientierende Studien an den Blättern einiger weniger Arten (*Nardus stricta, Glyceria fluitans, Sesleria coerulea, Uniola latifolia, Bambusa verticillata*) ergaben denn auch bereits einige interessante Thatsachen:

1. Es existieren bei allen Arten zweierlei Kurzzellen, einerseits solid verkieselte und je nach der Art charakteristisch geformte, anderseits solche, welche stets dünnwandig bleiben und stark cuticularisiert sind.

2. Die schon von Höhnel an Reisspelzen aufgefundenen, kleinen, zweizelligen Härchen kommen auch in der Blattepidermis (*Nardus, Bambusa*) vor und bilden mit ihrem der Epidermis dicht angeschmiegten Körper und der äusserst zarten Endzelle einen auffallenden Gegensatz zu den übrigen, derben, längst bekannten Trichomen des Gramineenblattes.

3. Einzelne Epidermiszellen und Trichome (*Nardus*) enthalten homogene Kieselkörper, welche das Lumen vollständig ausfüllen. Im Mesophyll derselben Art treten ab und zu, hauptsächlich unter den Spaltöffnungen, intercelluläre Kieselmassen auf.

Um ein Urteil zu erhalten, inwieweit diese Thatsachen für die ganze Familie der Gräser von Bedeutung sind und ob allenfalls der anatomische Bau der Epidermis systematisch sich verwerten lässt, habe ich 209 Arten (aus 191 verschiedenen Gattungen) vergleichend-anatomisch untersucht.

Das Untersuchungsmaterial entstammt zum grössten Teil dem allgemeinen Herbar des eidgenössischen Polytechnicums, zu einem kleinen Teil auch dem Versuchsfeld der eidgenössischen Samencontrollstation und dem botanischen Garten in Zürich.

Ich habe, soweit dies möglich war, im Verzeichnis der untersuchten Arten jeweilen auch den Standort angegeben.

Es empfahl sich, zur Untersuchung in erster Linie Laubtriebe zu verwenden, da deren Blätter eine längere Vegetationsdauer besitzen, als die Halmblätter, infolgedessen jedenfalls oft biologisch besser angepasst sind und einen complicierteren Bau erwarten lassen. Leider gestattete das zur Verfügung stehende Material nicht, diesen Gesichtspunkt consequent zu verfolgen (auch abgesehen selbstverständlich von den einjährigen Arten); es wurden sowohl Blätter fertiler Halme, als auch steriler Laubtriebe untersucht. Der Vergleich von Halm- und Laubtriebblättern desselben Individuums ergab übrigens keine systematisch bedeutsamen Unterschiede. Doch habe ich relativ wenige Arten in dieser Richtung geprüft

Im Artenverzeichnis findet sich regelmässig angegeben, ob Halm- oder Laubtriebblätter zur Untersuchung gelangten.

Ich habe meinen Untersuchungen das System von Hackel (Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien. II. Teil. 2. Abtlg. Leipzig 1887) zu Grunde gelegt und dabei gelegentlich dessen sechs erste Tribus (Maydeen, Andropogoneen, Zoysieen, Trigestineen, Paniceen, Oryzeen) unter der alten, Kunth'schen Bezeichnung „Panicoideae" und die sieben folgenden Tribus (Phalarideae, Agrostideae, Aveneae, Chlorideae, Festuceae, Hordeae, Bambuseae) als „Poaeoideae" zusammengefasst.

Die folgende Tabelle giebt Auskunft über die numerische Verteilung der untersuchten Arten nach Tribus, sowie über das Verhältniss der untersuchten Gattungen zu der Gesamtzahl derjenigen, welche von Hackel aufgestellt wurden.

Tribus	Anzahl der untersuchten Arten	Anzahl der untersuchten Gattungen	Gesamtzahl der bekannten Gattungen (nach Hackel)
Maydeen	5	5	7
Andropogoneen	18	17	29
Zoysieen	6	6	12
Trigestineen	4	3	7
Paniceen	19	16	22
Oryzeen	10	9	16
Phalarideen	7	4	6
Agrostideen	33	32	45
Aveneen	16	16	23
Chlorideen	21	21	28
Festuceen	45	41	76
Hordeen	15	12	19
Bambuseen	10	8	23
Summe:	209	190	313

Untersuchungsmethode.

Nachdem einmal Kieselkörper in der Epidermis der Gräser nachgewiesen waren, musste es sich in erster Linie darum handeln, ein einfaches Verfahren ausfindig zu machen, welches gestattete, die Gestalt und die Verbreitung derselben über die Blattfläche genau festzustellen. Es stehen dafür (abgesehen von der Anfertigung von Schnitten) drei Wege offen:

1. Aufhellung ganzer Blattstücke,
2. Lostrennung der Epidermis und Isolierung ihrer Elemente durch das Schulze'sche Reagens,
3. Herstellung von Glühskeletten ganzer Blattstücke oder macerierter Membranen.

Das erstgenannte Verfahren erwies sich als besonders zweckmässig. Die meisten der gebräuchlichen Aufhellungsmittel sind zwar für diesen Zweck unbrauchbar, da ihr Brechungsexponent demjenigen

der Kieselkörper gleich ist oder ihm nahe kommt. In Glycerin von mittlerer bis starker Concentration, in Glyceringelatine und in 50procentiger Chloralhydratlösung sind die Kieselkörper unsichtbar.

In concentriertem Phenol treten sie hingegen mit aller wünschenswerten Schärfe hervor. Sie sind stets schwächer lichtbrechend als dieses Einschlussmedium und erscheinen deshalb darin als dunkle Massen, deren Kanten, Ecken und Blasenräume sich scharf auch von den angrenzenden Zellmembranen abheben. Der Contrast wird natürlich um so grösser, je concentrierter das Phenol ist. Ich habe gewöhnlich eine ungefähr 90procentige Lösung (wie sie im Handel erhältlich ist) angewendet, doch genügen auch geringere Concentrationsgrade.

Bekanntlich hat das Phenol einige unangenehme Eigenschaften. Sieht man auch ab von den physiologisch-giftigen Wirkungen, welche bei einiger Vorsicht sich vermeiden lassen, so bleibt doch immer noch die lästige Eigenschaft, infolge allmählicher Verdunstung des in Lösung haltenden Wassers plötzlich auszukrystallisieren. Man vermeidet diesen Übelstand oder schiebt doch das Eintreten desselben auf Stunden hinaus, wenn man möglichst grosse Deckgläser anwendet. Erschütterungen der darunter befindlichen Phenolschicht vermeidet und bei möglichst hoher Temperatur arbeitet. Auch Wasserzusatz wirkt natürlich in dieser Richtung günstig, aber auf Kosten der Schärfe des Bildes.

Um die Durchtränkung der Objecte zu beschleunigen, brachte ich dieselben in eine Porzellanschale mit leichtsiedendem Phenol, wo sie (1 —2 cm lange Blattstücke) in der Regel innerhalb weniger Minuten durchsichtig werden. Man überträgt sie hierauf zweckmässig in eine Dose mit kaltem, 90procentigem Phenol und untersucht sie, nachdem sie sich abgekühlt und allenfalls in ihrem Innern entstandene Phenolkrystalle sich wieder gelöst haben, in diesem Medium.

In den starken, zusammengesetzten Mittelnerven der breitblättrigen Tropengräser dringt das Phenol nur äusserst langsam von den Schnittflächen aus in das grosszellige, farblose Parenchym vor, welches die Hauptmasse dieser Nerven bildet. Es bedarf mehrtägigen bis wochenlangen Liegens im Klärungsmittel bis zur vollständigen Aufhellung. In solchen Fällen habe ich den Mittelnerv isoliert, durch einen Flächenschnitt in eine obere und untere Hälfte zerlegt und das Mesophyll weggeschabt unter möglichster Schonung der Epidermis. So präparierte Objecte hellen sich in kurzer Zeit auf. Das Verfahren hat noch den weitern Vorteil, dass die angenähert eine Halbcylinderfläche darstellende Epidermis der Unterseite nun flach ausgebreitet werden kann. Behufs Herstellung von Dauerpräparaten übertrug ich die Objecte aus dem Phenol direct in Vosselers Terpentin (Vergl. Zimmermann, Bot. Mikrotechnik) oder in Xylol-Canadabalsam. Die Kieselkörper treten genügend scharf hervor, die Zellmembranen werden dagegen meist undeutlich. Längsfalten, welche an losgetrennten Epidermen oder zarteren Blattstücken beim Einlegen in Harze leicht entstehen, bieten häufig willkommene schiefe Seitenansichten. Immerhin ist es zweckmässig, die Blattstücke nach der Übertragung in Harze rasch mit einem Deckglas zu bedecken, da sonst leicht (infolge des ungleichartigen Baues der beiderseitigen Blattepidermen) die Oberseite sich stark einrollt. Oft tritt nach der Übertragung eine vorübergehende Trübung ein.

Nicht nur die Kieselkörper, sondern auch diejenigen Stellen der Epidermis, wo die Membranen besonders stark verkieselt sind, treten in diesen stark lichtbrechenden Medien scharf hervor.

Das Phenol leistet endlich auch wertvolle Dienste bei der Anfertigung von Schnitten, wenn nur Herbarmaterial vorliegt. Es ist dann häufig sehr schwer, von dünnen, papierartigen Blättern brauchbare Schnitte zu erhalten. Man gelangt in solchen Fällen meist ohne viel Mühe und ohne zum Mikrotom

greifen zu müssen, ans Ziel, wenn man die Blattstücke vor dem Schneiden mit 90procentigem Phenol durchtränkt und das zwischen Hollundermark geklemmte Object an der Schnittfläche von Zeit zu Zeit mit demselben Phenol befeuchtet. Die Objecte werden dadurch hinlänglich steif und doch nicht zu hart und schneiden sich ähnlich wie Paraffin, weil an der Schnittfläche fortwährend Phenol auskrystallisiert und die Zelllumina mit fester Substanz erfüllt.

Für das Studium der Epidermis sind solche Schnitte meist ohne weiteres brauchbar, wenn sie in Phenol oder Harze eingelegt werden. Die Kieselkörper treten dann noch schärfer hervor als in der Flächenansicht, während sie in Wasser, Chloralhydrat, Glycerin und Glyceringelatine äusserst leicht zu übersehende Lücken in der Epidermis vortäuschen.

An derben Blättern ist die Anordnung des Mesophylls ebenfalls klar zu übersehen. Wo es zu stark geschrumpft ist, kann der Schnitt nachträglich mit quellenden Mitteln behandelt werden. Doch wird dies bei Herbarmaterial selten von grossem Werte sein. Die Lagebeziehungen der verschiedenen Epidermisstreifen zur Mesophyllunterlage können regelmässig ohne eine, der Behandlung mit Phenol nachfolgende Quellung festgestellt werden. Für die feinere histologische Untersuchung des Mesophylls wird man frische Blätter nicht entbehren können. So hebt auch Hackel in seiner Monographie der Andropogoneen hervor, dass an getrockneten, nachträglich wieder aufgeweichten Blättern die Anordnung der assimilierenden Zellen nicht mehr genau erkannt werden kann.

So sehr sich nun auch das Phenol eignet, zur Sichtbarmachung der Form und Anordnung der Kieselkörper, so erschwert es doch die Erkenntnis der übrigen Epidermiselemente mit unverkieseltem Lumen. Namentlich die unten näher zu charakterisierenden Korkkurzzellen sind darin meistens ganz undeutlich oder unsichtbar und doch ist es von grosser Wichtigkeit, ihre Verbreitung über der Blattfläche zu kennen.

Hier empfiehlt sich die Loslösung der Epidermis mit dem Schulze'schen Gemisch. Die Isolierung grösserer Fetzen ist allerdings bisweilen schwierig, ganz besonders bei zarten Blättern, welche schon lange Zeit im Herbar lagen. Ist das Gemisch stark verdünnt, dann will die Epidermis sich nicht loslösen, ist es concentriert, dann zerfällt sie in lauter kleine Stücke oder ganz schmale Längsstreifen oder das ganze Blattstück löst sich in kürzester Zeit in dem Reagens. In solchen Fällen ist es nötig, die Procedur energisch einzuleiten und im richtigen Momente rasch zu unterbrechen. Ich gelangte in folgender Weise meist ans Ziel: Ich brachte das Blattstück mit einigen Tropfen des reinen Schulze-schen Reagens zusammen in ein Uhrgläschen, erwärmte über ganz kleiner Flamme und tauchte das mit einer Pincette festgehaltene Schälchen in dem Moment, wo die Membran sich zu lösen begann, mitsamt dem Inhalt in ein bereit gehaltenes Glas Wasser. Die Epidermis schwimmt dann oben auf oder kann doch leicht vom Mesophyll getrennt werden.

In der Regel verdünnte ich das durch Zusammenbringen von concentrierter Salpetersäure und überschüssigem Kaliumchlorat erhaltene Reagens mit dem halben bis ganzen Volumen Wasser, erwärmte darin die Blattstücke, bis sie weiss wurden und unterbrach den Process, bevor die Epidermis sich loslöste oder spätestens in dem Moment, wo die Lostrennung begann.

Nach dem Auswaschen übertrug ich die Blattstücke direct auf ein grösseres Deckglas, schlitzte dieselben mit einer Lancette der Länge nach auf und wendete die mir zugekehrten Epidermispartien, sodass schliesslich die Epidermis der oberen und unteren Blattseite nebeneinander in eine Ebene zu liegen kamen und mit ihrer Aussenseite dem Deckglas direct auflagen. Das Mesophyll wurde hierauf sorgfältig

abgepinselt und das Deckglas samt der ihm anklebenden Epidermis auf einen Objectträger mit einem Tropfen Wasser aufgelegt. Letzteres enthielt Spuren von Carbolsäure. Schliesslich wurde das Präparat mit Canadabalsam umrandet.

Solche Präparate sind allerdings nur von beschränkter Dauer, erfüllen aber dafür ihren Zweck sehr gut. Die Kieselkörper imponieren als starklichtbrechende, weissliche oder bläuliche Massen. Ihre Conturen sind aber nie so scharf wie in Phenol. Die Korkkurzzellen sind in der Regel deutlich dunkler als die übrigen Elemente.

Auch nach der Maceration in Chromsäure heben die Korkkurzzellen sich deutlich ab von den übrigen Epidermiszellen. Doch konnte ich mit diesem Reagens nie so grosse Epidermisstücke freipräparieren, wie mit dem Schulze'schen Gemisch. Um einen Überblick zu gewinnen über die Verteilung der Kork- und Kieselkurzzellen (siehe unten) zugleich, ist es aber durchaus nötig, grössere zusammenhängende Epidermisflächen freizupräparieren.

Ich isolierte die Epidermis von ungefähr 130 Arten. Die dazu verwendeten Blattstücke hatten eine Länge von durchschnittlich mindestens 10 mm und die davon gewonnenen Epidermisfetzen gestatteten in der Regel den Überblick über die ganze Breite des Blattes.

H. v. Mohl giebt an, bei der Maceration der Gramineenblätter lösen sich bloss die Aussenwände mit den äussern Partien der Seitenwände los. Dies trifft nicht allgemein zu. Je nach dem Concentrationsgrad des Macerationsgemisches, nach der Dauer der Einwirkung desselben und nach der Beschaffenheit des Blattes ist der Erfolg ein verschiedener. Bei intensiver Maceration und zarten Objecten löst sich häufig ein zartes Häutchen los, welches bloss aus der Cuticula oder aus dieser und den äussersten Schichten der Epidermiszellen besteht. Bei vorsichtiger Behandlung kann man dagegen leicht die vollständige Epidermis gewinnen. Die stellenweise noch anhaftenden, regelmässig angeordneten Bast- und Assimilationszellen beweisen das Vorhandensein der Innenwände.

Bisweilen (Reis, *Leersia*) haften die subepidermalen Bastzellen ausserordentlich fest an der Epidermis, so dass es trotz intensiver Macerierung nur schwer gelingt, die über Stereom liegenden Epidermiszellen freizupräparieren.

Bezüglich der Herstellung von Glühskeletten verweise ich auf den Abschnitt über Verkieselung.

Übersicht über die Epidermis.

(Vergl. dazu Tafel X.)

Die Epidermis der Grasblattspreite besteht immer aus einfachen Epidermiszellen, Trichomen und Spaltöffnungen.

Unter den Epidermiszellen lassen sich sieben Formen unterscheiden:

1. Langzellen.

Sie sind regelmässig längsgestreckt, entweder rectangulär und dann meistens gewellt (1)*) oder hexagonal und dann meistens glattwandig (3, 4). Über Bast sind sie schmaler und niedriger und meist

*) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Figuren der Tafel X.

auch länger als über Parenchym (1, 2) (Ausnahme: *Zizaniopsis Arecharaletae*). Die Aussenseite ist eben oder gewellt oder blasig auswärts gewölbt. Sie kann Papillen oder Cuticularzäpfchen oder beide zugleich tragen (5 - 10). Die letzteren sind unregelmässig zerstreut (9), oder in Längs- (7) oder in Querreihen (10) geordnet.

Langzellen kommen bei allen Arten vor. Sie bilden das Grundgewebe der Epidermis, in welches die übrigen Elemente in gesetzmässiger Weise eingefügt sind. Sie haben sich auch am wenigsten entfernt von dem allgemeinen Typus einer Epidermiszelle und speciell von derjenigen Form, welche bei den langgestreckten Monokotylenblättern die herrschende ist.

2. Querzellen (12).

Sie sind deutlich quergestreckt und bilden breite Streifen über Assimilationsgewebe. Sie haben wahrscheinlich dieselbe Function wie die entsprechend gelegenen Langzellen und kommen nur auf der Blattunterseite von *Isachne arundinacea* vor.

3. Bastförmige Epidermiszellen (13).

Sie sind spindelförmig und centrisch verdickt, liegen über Bast oder zwischen Langzellen über Assimilationsgewebe und haben offenbar eine ausschliesslich mechanische Function *(Pharus, Leptaspis)* (13).

4. Blasenzellen (14 16).

Sie sind isodiametrisch, blasig nach dem Blattinnern vorgewölbt, im Querschnitt fächerförmig angeordnet und höher, als alle übrigen Epidermiszellen. Die Seitenwände sind glatt oder schwach wellig in der äussern Partie, die Aussenwände in der Regel glatt, bisweilen mit Cuticularwärzchen besetzt (16). Die Membranen bestehen grösstenteils aus reiner Cellulose (Tschirch). Die Zellen grenzen immer an Assimilationsgewebe, bisweilen ausserdem an Wassergewebe, sehr selten auch an Bast. Sie tragen durch starkes Wachstum bei zur Aufrollung der Spreite aus dem Knospenzustand. Sie spielen activ und passiv (als Scharniere) eine wichtige Rolle bei den periodischen Öffnungs- und Schliessbewegungen der Gramineenblätter. Sie repräsentieren endlich auch Wasserreservoire für das angrenzende Assimilationsgewebe. (Duval-Jouve [6], Hackel [9], Tschirch [33], Volkens [34].)

Kurzzellen.

Sie sind quergestreckt isodiametrisch oder längsgestreckt und meist kleiner und dünnwandiger als die Langzellen. Man kann drei Sorten unterscheiden:

5. Kieselkurzzellen (17– 37).

Ihr Lumen ist immer von Kieselsäure ausgegossen. In dieser Füllmasse befinden sich wenige bis viele, regelmässig oder unregelmässig angeordnete, punktförmige Bläschenräume. Diese Zellen besitzen meistens eine ganz charakteristische, nach der Species variierende Gestalt. Bald sind es viereckige oder bisquitförmige Täfelchen, bald kurze, parallelopipedische oder knotig gegliederte Stäbchen, bald Kreuze oder hantelförmige, quer- oder längsgestellte Körper. Oft sind es auch Kreisscheiben oder cylindrische Zapfen oder abgestumpfte Kegel, in einzelnen Fällen sogar stachelige, morgensternförmige Gebilde.

Die Aussenseite ist eben oder (häufiger) mit quer- oder längsverlaufenden Einsattelungen versehen. In einem einzigen Falle *(Phleum Michelii)* erheben sich auf der Aussenseite (ebenfalls solid verkieselte)

Papillen. Aussen- und Innenseite werden wenigstens teilweise von scharfen Kanten begrenzt, welche ihrerseits wieder häufig in öhrchenförmige Riefen oder spitze Ecken vorgezogen sind.

Sie kommen über Bast, sowie über chlorophyllhaltigem und farblosem Parenchym vor. Über Stereom sind sie am besten und in der grössten Formenmannigfaltigkeit entwickelt.

Da sie an und für sich schon scharfkantige, zum Teil auch stachelige Körper darstellen, da sie ferner sehr spröde sind und gepresst in zahlreiche, scharfkantige Splitter von muscheligem Bruch zerspringen, sind sie vielleicht ein Schutzmittel gegen tierische Feinde (Schnecken?), indem sie, intact oder durch Kauen zertrümmert, deren Mundwerkzeuge verwunden. (In derselben Weise vermöchten natürlich auch die übrigen Kieselkörper der Epidermis zu wirken.) Bekanntlich hat Stahl (28) durch experimentelle Versuche festgestellt, dass die Kieselsäure thatsächlich die Grasblätter gegen Schneckenfrass schützt. Doch war ihm dieselbe im vorliegenden Fall nur als Incrustationssubstanz der Membran bekannt.

Von diesem Gesichtspunkte aus sollte man allerdings über Parenchym eine ebenso gute, wonicht bessere Entwickelung der Kieselzellen erwarten als über Bast. Dieser Widerspruch erklärt sich einigermassen, wenn man berücksichtigt, dass bei den Monokotylen überhaupt die Bildung von Kieselkörpern aus unbekannten Gründen häufig an ein Stereomsubstrat gebunden ist (Stegmata!), wenn man ferner in Betracht zieht, dass in den Parenchymstreifen im allgemeinen den Kurzzellen der Platz durch die Stomata vorweg genommen ist und die Blasenzellstreifen überhaupt kurzzellfrei sind.

6. Korkkurzzellen (38—45).

Sie enthalten keine Kieselkörper, dagegen häufig reichlich organischen, festen Inhalt. Die Aussenwand, sowie die Seitenwände oder die äusseren Partien derselben sind stark verkorkt. Sie tragen bisweilen Papillen, sind meist unregelmässig wellig conturiert und nie so charakteristisch geformt, wie die Kieselkurzzellen. Wie diese sind sie über Stereom und Assimilationsgewebe allgemein verbreitet und finden sich gelegentlich auch über farblosem Parenchym.

Ihre Function ist unbekannt.

7. Zwischenzellen (46).

Sie kommen bloss bei einigen Oryzeen vor und liegen dort regelmässig zwischen den Kieselkurzzellen über Bast. Sie sind wie die Korkkurzzellen ohne Kieselkörper und dünnwandiger als die Langzellen, aber nicht stärker cuticularisiert als diese.

Unter den Trichomen lassen sich vier Hauptformen unterscheiden, drei einzellige: Stachel-, Borsten- und Weichhaare, und eine zweizellige: Winkelhaare.

8. Stachelhaare.

Man kann langspitzige (55) und kurzspitzige (52) Stachelhaare unterscheiden, jenachdem der Haarkörper so lang oder mehrmals so lang wie der Haarfuss ist, ferner gerade (55), horizontale (53) oder schiefe (52, 55), sichelförmig (54) und hakenförmig (55) gekrümmte Spitzen.

Nach der topographischen Lage kann man ferner unterscheiden:

a. Randstachelhaare (52a): Sie sitzen am Blattrand und sind grösser und derber als alle übrigen Stachelhaare desselben Blattes.

b. Baststachelhaare der Blattfläche (52): Sie haben meist einen elliptischen, längsgestreckten Fuss, verlaufen allmählich in eine starke Spitze und liegen über den Bastrippen der Blattfläche.

c. Parenchymstachelhärchen (53): Sie besitzen, wenn sie typisch entwickelt sind, einen kreisrunden Flächenschnitt und eine kurze, oft haarscharfe, horizontale Spitze, in welche der rundliche Haarkörper sich plötzlich verjüngt. — Die Stachelhaare sind jedenfalls nur mechanische Schutzmittel gegen Tiere.

9. Borstenhaare (57—59):

Die Borstenhaare sind von den Stachelhaaren nicht scharf zu trennen. Ihr Haarkörper ist vielmal länger als der Fuss, derbwandig und steif, gerade oder etwas sichelförmig gekrümmt oder schwach geschlängelt und besitzt oft eine stumpfliche Spitze. Der Haarfuss ist verbreitert (57) oder gleich breit wie die Basis des Haarkörpers. Im letzteren Fall ist gewöhnlich das Haar oder bloss das Lumen über der Basis eingeschnürt (58).

Man kann zwei Hauptformen unterscheiden:

a. Gewöhnliche Borstenhaare: Sie sind gesetzmässig, wie die Kurzzellen, Spaltöffnungen u. s. w. in die Langzellreihen eingefügt und liegen über Bast und Assimilationsgewebe (17).

b. Polsterhaare: Ihr Fuss ist umgeben von einer einschichtigen Zone isodiametrischer bis palissadenförmiger Epidermiszellen, welche einen mehr oder weniger stark vorspringenden Hügel bilden (58). Sie sind an der Basis regelmässig eingeschnürt und finden sich meist über Assimilationsgewebe, selten auch über Bast. Dies ist die einzige Trichomart, welche häufig auch zwischen Blasenzellen auftritt.

Die Borstenhaare sind meist relativ spärlich vorhanden und mögen teils als mechanische Schutzmittel, teils bei der Wasserversorgung des Blattes (siehe unten) eine Rolle spielen.

10. Weichhaare.

Sie besitzen den gewöhnlichen Habitus. Über der Basis sind sie ebenfalls meistens eingeschnürt (59). Nur sie bilden echte Haarfilze.

11. Winkelhaare (47—50).

Die Winkelhaare sind gewöhnlich zwei-, selten ein-, ganz selten dreizellig. Der Haarkörper liegt der Epidermis auf und steht rechtwinkelig zum Haarfuss. Letzterer ist stets dünnwandig, so breit wie der Haarkörper oder (seltener) etwas verbreitert.

Es lassen sich drei Formen unterscheiden:

a. Cylindrische (47—48): Der Haarkörper ist cylindrisch und plötzlich oder allmählich in eine stumpfe Spitze verschmälert. Die Endzelle ist meistens etwa so lang wie die Basalzelle, aber zarter und an erwachsenen Blättern häufig obliteriert. Diese Form ist am häufigsten.

b. Keulenförmige (49): Der Haarkörper ist gegen das Ende keulig angeschwollen. Die Endzelle ist viel kürzer als die Basalzelle und in der Regel auch an alten Blättern erhalten.

c. Stachelhaarförmige (50): Sie haben die Gestalt kurzspitziger Stachelhärchen, deren äusserste Spitze durch ein kleines, hütchenförmiges Zellchen ersetzt ist. *(Pappophorum, Zoysia.)*

Die Winkelhaare liegen meistens über Assimilationsgewebe zwischen Langzellen, bei einigen Arten *(Zoysia)* regelmässig auch über Bast, ganz selten *(Nardus)* zwischen Blasenzellen.

Ihre Function ist unbekannt. Am wahrscheinlichsten erscheint die Annahme, dass sie eine Rolle spielen bei der Wasserversorgung. Dafür spricht auch ihre Verbreitung innerhalb der Familie: Unseren Wiesen- und Waldgräsern fehlen sie, bei den tropischen und subtropischen Arten dagegen sind sie allgemein verbreitet.

Indem diese verschiedenen Elemente in der Längsrichtung des Blattes sich aneinanderreihen, entstehen Längsreihen, welche alle untereinander parallel verlaufen. Die Reihen haben immer einen ganz bestimmten Bau und sind charakterisiert durch Form und Häufigkeit der sie componierenden Elemente. In jeder Blattepidermis giebt es „gleiche" und „ungleiche" Reihen. In „gleichen" Reihen kommen dieselben Elemente in ähnlicher Weise verteilt vor. „Ungleiche" Reihen differieren in der Form oder in der relativen Häufigkeit ihrer Bestandteile oder in beidem zugleich.

Man kann ferner „reine" und „gemischte" Reihen unterscheiden, jenachdem dieselben bloss aus einerlei oder aus zwei- bis mehrerlei Elementen bestehen.

So findet man über Bast und Assimilationsgewebe nicht selten reine Langzellreihen, über Bast reine Kurzzellreihen, am Blattrande bisweilen reine Stachelhaarreihen. Die Blasenzellen bilden in der Regel reine Reihen.

Am häufigsten sind die gemischten Reihen, z. B. Stomareihen, welche gewöhnlich nur aus Spaltöffnungen und Langzellen bestehen, oder kurzzellarme und kurzzellreiche Langzellreihen (aus Lang- und Kurzzellen). Die stomafreien Reihen über Assimilationsgewebe führen zwischen den Langzellen meist noch Kork- und Kieselkurzzellen, ausserdem häufig noch Winkel- oder Stachelhaare oder beide zugleich. Die kurzzellhaltigen Langzellreihen über Bast enthalten meist noch Stachelhaare, seltener Borsten-, ganz selten Winkelhaare. Bei *Pogonatherum crinitum* liegen über Stereom Reihen, in welchen Lang- und Kieselkurzzellen regelmässig alternieren und in welche sich von Strecke zu Strecke Trichompaare einfügen, welche je aus einem Stachel- und einem Winkelhaar bestehen.

Eine bestimmte Reihe verläuft aber nie continuierlich von der Blattspitze zur Blattbasis. Erstens kann sich ihr Bau plötzlich oder allmählich ändern: In Stomareihen können gelegentlich Kurzzellen statt Spaltöffnungen auftreten und schliesslich dominieren. In kurzzellhaltigen Langzellreihen können die Kurzzellen in immer kürzern Zwischenräumen auftreten und schliesslich reine Kurzzellreihen bilden. Letztere können allmählich oder plötzlich zu reinen Langzellreihen werden. Häufig ändert an solchen Stellen eine angrenzende Reihe ihren Bau in umgekehrtem Sinne.

Zweitens kann sich eine Reihe auskeilen oder in zwei spalten. Ist im letztern Fall die sich spaltende Reihe eine Kurzzellreihe, dann ist entweder nur eine der beiden Tochterreihen gleichgebaut und die andere eine reine Langzellreihe oder es werden beide Tochterreihen zu Langzellreihen.

Indem mehrere Reihen bestimmter Zusammensetzung sich aneinanderlegen, entstehen Zellbänder von bestimmtem Charakter und ungleicher Qualität. Sie bilden, indem sie untereinander in gesetzmässiger Weise alternieren, die Blattepidermis.

Die Differenzierung in ungleiche Bänder ist in erster Linie eine Folge der ungleichen Beschaffenheit der subepidermalen Gewebe. Alle Bänder, welche auf den subepidermalen, stets longitudinal verlaufenden Bastrippen liegen, sind im Querschnitt niedriger als die dazwischen über Assimilationsgewebe liegenden Bänder (Ausnahme: *Zizaniopsis Arecharaletae*); sie sind ferner ohne Spaltöffnungen, aber reicher an Kurzzellen, speciell an Kieselkurzzellen.

Aber auch innerhalb der einzelnen Bänder über chlorophyllhaltigem Gewebe, wo die Unterlage nicht variiert, trifft man in der Regel die Epidermis wieder differenziert in Bänder zweiter Ordnung. Auch innerhalb der die Bastrippen deckenden Bänder kann eine solche Differenzierung eintreten, doch ist sie hier weit seltener.

Behufs Herstellung einer einfachen und eindeutigen Terminologie sollen in Zukunft die Ausdrücke „Streifen" und „Felder" in dem Sinne angewendet werden, dass die Streifen bestimmte, unten näher definierte Einheiten und die Felder Teile dieser Einheiten darstellen.

Wir unterscheiden dreierlei Streifen (Tafel I):

1. Streifen über Bast.

Ein Streifen über Bast ist gleich der Summe aller Reihen, welche über einem subepidermalen Baststrang liegen.

2. Blasenzellstreifen.

Ein Blasenzellstreifen ist gleich der Summe aller aneinanderstossenden Blasenzellreihen. Er grenzt entweder ausschliesslich an Assimilationsgewebe oder ausserdem noch an farbloses Parenchym, welches mit dem epidermalen Fächer zusammen ein blatteinwärts vorspringendes Polster oder eine das Blatt vollständig durchsetzende Lamelle bildet. Gewöhnlich liegen die Blasenzellstreifen mitten über mestomfreien Blatträumen. (Ausnahmen beim Mais.)

3. Streifen über Parenchym.

Diese liegen über parenchymatischem, meist chlorophyllhaltigem, selten (*Stenotaphrum*, Tafel II, 12) farblosem Mesophyll. Auf der Unterseite erfüllen sie gewöhnlich vollständig die Zwischenräume zwischen den Streifen über Bast, auf der Oberseite die Interstitien zwischen den Streifen über Bast und den Blasenzellstreifen*). Sie können aber auch beiderseits an Blasenzellstreifen grenzen. (Tafel II, 23 o—s.)

Die genauere Beschreibung der Streifen erfordert die Unterscheidung bestimmt definierter Blattregionen:

1. Mittelnerv. Er ist einfach oder zusammengesetzt. Im letzteren Fall ist er gewöhnlich ungefähr halbcylindrisch. Längs der gewölbten, unteren Seite verlaufen regelmässig mehrere bis viele Mestomstränge, welche durch Bastmassen mit der unteren Epidermis verbunden sind. Ein mittlerer, von der Medianebene des Blattes halbierter Baststrang ist gewöhnlich besonders breit, breiter als alle übrigen Stränge des Blattes. Den Epidermisstreifen, der ihn bedeckt und der oft eigenartig gebaut ist, nennen wir kurzweg „Medianstreifen" (über Bast). Gegenüber auf der Oberseite liegt gewöhnlich ein subepidermales Bastband. Der darüber liegende Epidermisstreifen ist der Medianstreifen der Oberseite. Die seitlich vom Medianstreifen ober- oder unterseits im Bezirk des Mittelnervs liegenden Streifen über Bast kann man „Seitenstreifen" nennen.

2. Blattrand. Im äussersten Rand des Blattes verläuft regelmässig (Ausnahme: *Mibora verna*) ein starkes, subepidermales Bastbündel, an dessen Bedeckung sich die Epidermen beider Blattseiten be-

*) Die Blasenzellstreifen sind eigentlich bloss besonders differenzierte Felder von Streifen, welche den Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite entsprechen würden. Diese Inconsequenz in der Terminologie vereinfacht aber sehr die Darlegung topographischer Verhältnisse und mag aus diesem Grunde entschuldigt werden.

teiligen (Tafel I, 2). Die Summe aller Reihen über diesem Bündel bildet den Randstreifen über Bast. Diejenige Reihe, welche die Grenze bildet zwischen der oberen und unteren Epidermis, ist die Randreihe des Blattes und trägt die Randstachelhaare (Tafel I, 1r). Bisweilen ist sie nicht scharf ausgeprägt. Die Randstachelhaare verteilen sich dann auf mehrere Reihen.

3. Blattfläche. Diese Region liegt jederseits zwischen Mittelnerv und Blattrand (Randstreifen über Bast). Der Bau dieser Zone ist gegen den Mittelnerv hin oft etwas anders als gegen den Blattrand *(Olyra latifolia)*.

Die Epidermisstreifen sind entweder

einfach, das heisst über der ganzen Breite gleich gebaut (Tafel I, 1, 1_0), oder

zusammengesetzt, d. h. in zwei oder mehr ungleich gebaute, parallele Felder differenziert (Tafel I, $III_o + III_u$).

Die einfachen Streifen und die Felder zusammengesetzter Streifen sind entweder

gleichreihig, d. h. sie bestehen aus lauter gleichen Reihen (Tafel I, 1 sf.), oder

ungleichreihig („reihig differenziert"), d. h. zweierlei Reihen alternieren mehr oder weniger regelmässig miteinander (Tafel I, 1 v).

Felderbildung kann in Streifen über Bast und in solchen über Parenchym eintreten. Reihendifferenzierung bloss in ersteren.

Die Blasenzellstreifen bestehen gewöhnlich ausschliesslich aus Blasenzellen, sind daher in der Regel auch nicht gefeldert. Schon Duval-Jouve hat indessen erwähnt, dass die oben als „Polsterhaare" beschriebenen Trichome in diesen Streifen auftreten können. Ich habe gefunden, dass sie bei zahlreichen Panicoideen (seltener bei Poaeoideen) regelmässig in diesen Streifen auftreten, allerdings gewöhnlich in grössern Abständen, so dass sie den Habitus der Streifen nicht wesentlich verändern. Volkens fand bei gewissen Andropogoneen handschuhfingerartige Trichome eingestreut. Ich habe häufig sporadische Winkel- und Stachelhaare beobachtet. In einem Falle (*Nardus stricta*, Tafel I) fanden sich Winkelhaare regelmässig in einer bis zwei Reihen im Grunde der Längsrillen der Oberseite (Tafel I, 1, $_{5.\ 2w}$), bei *Bambusa verticillata* besonders häufig längs der Ränder der Blasenzellstreifen. Bei *Aegopogon pusillus* liegen zwischen den Blasenzellen Kieselkurzzellen (Tafel VI, 37). Hinsichtlich der topographischen Anordnung dieser Streifen verweise ich auf Duval-Jouves Histotaxie.

Die Streifen über Bast enthalten gewöhnlich Lang- und Kurzzellen, und zwar meist Kiesel- und Korkkurzzellen zugleich, selten bloss Korkkurzzellen *(Hierochloa alpina)* oder bloss Kieselkurzzellen *(Pogonatherum crinitum)*. Meist kommen dazu noch Stachelhaare, seltener Borstenhaare (Reis), Weichhaare *(Poa pratensis)* oder Winkelhaare *(Pogonatherum, Zoysia)*.

Die Streifen der Blattfläche sind meist einfach (Ausnahme: *Isachne arundinacea* Unterseite), die Medianstreifen der zusammengesetzten Mittelnerven und die Blattrandstreifen häufig gefeldert. Die Felderung wird in erster Linie bedingt durch ungleiche Form und Verteilung der Kurzzellen, in zweiter Linie auch durch die Anordnung der Trichome.

Man kann zwei Hauptsorten von Streifen und Feldern unterscheiden:

1. In allen Reihen wechseln regelmässig Langzellen mit Kurzzellpaaren. Jedes Paar besteht aus einer apical (oben, vorn) gelegenen Kieselkurzzelle und einer basal (unten, hinten) liegenden

Korkkurzzelle (Tafel V, 14, 17). Bisweilen liegen die Kurzzellen auch einzeln oder zu drei bis vier zwischen zwei Langzellen (Tafel VII, 10, 14).

2. Reine Langzellreihen wechseln mit reinen Kurzzellreihen. In den Kurzzellreihen alternieren in der Regel Kork- und Kieselkurzzellen (Tafel III, 26; IV, 3). Es kommen aber auch reine Kieselkurzzellreihen (Tafel VI, 29) und reine Korkkurzzellreihen (Tafel VII, 11) vor. Trichome liegen immer in den Kurzzellreihen.

Diesen beiden Hauptstreifenarten reihen sich zwei seltener auftretende Fälle an:

3. Kurzzellarme bis kurzzellfreie Langzellreihen wechseln mit solchen Reihen, wo Lang- und Kurzzellen (letztere meist gepaart) mehr oder weniger regelmässig alternieren (*Nardus stricta*, Tafel I).

4. Kurzzellfreie Langzellfelder (Tafel IV, 4).

Gefelderte Streifen über Bast zeigen die Figuren: Tafel I, 1m; VII, 14; II, 5; IV, 4.

Nicht nur sind die Baststreifen des Mittelnervs und des Randes oft anders gebaut als diejenigen der Fläche (den frappantesten Fall in dieser Beziehung bildet das Blatt von *Amphicarpum Purshii*, Tafel VI, 4, 5), sondern auch die Streifen der Blattfläche differieren häufig wieder unter sich nach Form und Anordnung der Kurzzellen und durch ungleiche Häufigkeit der Stachelhaare. Bald ist ein solcher Unterschied nur zu erkennen zwischen Streifen verschiedener Blattseiten (Tafel I), bald besteht er auch zwischen ungleich breiten Streifen derselben Blattseite. Man kann im letzteren Falle primäre (breite) und secundäre (schmale) Streifen unterscheiden in Anlehnung an die entsprechende Bezeichnung der zugehörigen, ungleichstarken Mestombündel. Wie diese im Innern des Blattes gesetzmässig wechseln, ebenso regelmässig wechseln bisweilen *(Ichnanthus)* in der Epidermis Baststreifen von zweierlei Bau und Breite (Tafel III, 27).

Die Streifen über Parenchym sind die Träger der Spaltöffnungen. Die Verbreitung der letztern wurde nur für die Panicoideen festgestellt. Weitaus die meisten Arten besitzen solche auf beiden Blattseiten. Sie können aber auch bloss unten *(Spodiopogon, Isachne)*, oder bloss oben *(Elionurus, Hierochloa alpina)* vorkommen. Letzteres ist für Roll- und Falzblätter charakteristisch.

Ausser den Spaltöffnungen enthalten die Streifen über Parenchym immer Langzellen, gewöhnlich auch Kurzzellen, Kork- und Kieselkurzzellen zugleich oder bloss Korkkurzzellen, selten *(Ichnanthus)* vorwiegend Kieselkurzzellen. Sie führen ferner häufig Winkel- oder Stachelhaare oder beide zugleich, seltener Borsten- und Weichhaare.

Die Spaltöffnungen sind äusserst selten gleichmässig über die ganze Breite eines Streifens verstreut (*Anthaenantia lanata*, Tafel II, 13). In der Regel fehlen sie:

1. In den ein bis drei Reihen, welche zunächst an einem Streifen über Bast liegen (Tafel I, 1rf) (bisweilen auch in den, den Blasenzellstreifen zunächstliegenden Reihen).
2. Über Mestom (Tafel VII, 14a).
3. Auf der Blattunterseite im Mittelfeld solcher Streifen über Parenchym, welche breite, mestomfreie Blatträume überspannen (Tafel I, 6).

Man kann also dreierlei topographisch verschiedene, stomafreie Parenchymfelder unterscheiden:

1. Randfelder, liegen an den Rändern der Streifen über Parenchym und grenzen an Streifen über Bast oder Blasenzellstreifen.

2. Mestomfelder, liegen immer über kleinen Mestombündeln (tertiäre Bündel Duval-Jouves) und sind durch Assimilationsgewebe direct mit denselben verbunden. Sie finden sich gewöhnlich zu drei bis mehreren innerhalb eines Streifens über Parenchym (Tafel II, 23 u—s).
3. Mestomfreie Mittelfelder, liegen nie über Mestom, bilden in der Regel die mittlere Partie jener Streifen über Parenchym, welche auf der Unterseite flacher Blätter (Ausnahme: Tafel II, 11) relativ breite, mestomfreie Räume überspannen (Tafel I, 6).

Mestom- und Mittelfelder grenzen beiderseits an Stomafelder, können also kurzweg interstomatäre Felder genannt werden.

In den Stomafeldern kommen Kurzzellen und Trichome nur ausnahmsweise vor, dafür erfüllen sie die Randfelder und die interstomatären Felder. Unter den Trichomen sind Winkel- und Stachelhaare am häufigsten.

Unter Mitberücksichtigung der Felderung (die stets schmalen Randfelder werden hierbei ausser Acht gelassen!) kann man folgende Gattungen von Streifen über Parenchym unterscheiden:

A. Einfache Streifen:
   1. „Leere" Streifen, nur aus Langzellen bestehend (*Hierochloa alpina*, Tafel VII, 12).
   2. Kurzzellstreifen, keine Spaltöffnungen, dagegen zahlreiche Kurzzellen, oft auch Trichome führend. Häufig auf der Unterseite der Roll- und Falzblätter. (*Nardus stricta*, Tafel I; *Sesleria coerulea*, Tafel VII, 14 a, e, f.)
   3. Stomastreifen, Spaltöffnungen über der ganzen Breite führend (*Anthaenantia lanata* [Ober- und Unterseite], Tafel II, 13; *Nardus stricta* [Oberseite], Tafel I).

B. Zusammengesetzte (gefelderte) Streifen:
   4. Dreifelderstreifen der Blattunterseite (über mestomfreien Blatträumen), bestehend aus zwei seitlichen Stomafeldern und einem stomafreien Mittelfeld (*Bambusa verticillata*, Tafel I, 6).

      Bei flachen Blättern liegt das Mittelfeld einem Blasenzellstreifen und jedes Stomafeld einem Streifen über Parenchym gegenüber.
   5. Mestomfelderstreifen, über mestomhaltigen, bastfreien Blatträumen, mindestens ein, meist drei bis viele, mit Stomafeldern alternierende Mestomfelder enthaltend (Tafel II, 23 u—s).

Verkieselung.

Über die Verkieselung bei den Gräsern liegen nur dürftige, zum Teil ganz falsche Angaben vor. Hugo v. Mohl (21) erwähnt die ältesten, diesbezüglichen Untersuchungen von Saussure, Humpry Davy, Reade und Payen und legt seine eigenen, hauptsächlich auch hinsichtlich der Untersuchungsmethode wertvollen Beobachtungen dar. Er weist bereits darauf hin, dass die Anwendung von Schwefelsäure bei der Herstellung von Kieselskeletten sehr störende Quellungserscheinungen zur Folge haben kann. Zimmermann erwähnt diesen Umstand in seiner „Mikrotechnik" mit keinem Wort. Thatsächlich lässt sich die

deformierende Wirkung der Schwefelsäure bei Grasepidermen nur dann vermeiden oder doch auf ein Minimum einschränken, wenn man die in geringster Menge zugesetzte Säure äusserst langsam verdampfen lässt.

Diesbezügliche Beobachtungen machten in der Folge hauptsächlich Wiesner, De Bary, Kohl.*) Obgleich aber der erstgenannte bereits Kieselkurzzellen beim Mais und Zuckerrohr nachwies, schreibt Kohl den Gräsern wieder ausschliesslich Membranverkieselung zu.

Thatsächlich kommt bei den Gräsern nicht nur Membran-, sondern auch Inhaltsverkieselung ganz allgemein vor.

a. Membranverkieselung.

Über die Membranverkieselung habe ich keine vergleichenden Untersuchungen angestellt. Doch lassen verschiedene Thatsachen vermuten, dass von Blatt zu Blatt und von Art zu Art wesentliche Differenzen bestehen können und dass oft der hohe Kieselgehalt der Asche grösstenteils oder ausschliesslich herrührt von den intracellulären Kieselkörpern. So erwähnt H. v. Mohl, die (bekanntlich derben) Blätter von *Lygeum Spartum* seien nur äusserst schwach verkieselt, da es nicht gelinge, ein Glühskelett davon herzustellen. Dennoch besass das mir vorliegende Blatt reichlich Kieselkurzzellen.

Bei *Hierochloa alpina* färbten sich die dünnwandigen Langzellen der oberen Epidermis auf Zusatz von Chlorzinkjodlösung ohne weiteres in ihrem ganzen Umfang blau. Die verdickten Langzellen der Unterseite reagierten gleich im Bereich der Innenwände und der inneren Schichten der Aussenwände. Dieselben Schichten quollen auf Zusatz von Chromsäure bis zum Schwund des Lumens.

Neun Paniceenspecies wurden zugleich in derselben wässrigen Safraninlösung ca. 30 Minuten erwärmt und hierauf wieder gemeinsam in heissem Phenol aufgehellt. Die Tinction der Langzellmembranen war sehr ungleich je nach der Art:

Bei *Panicum, Digitaria, Chamaeraphis, Setaria, Stenotaphrum* und *Olyra latifolia* war die Färbung gleich null oder minim, am deutlichsten noch über den Bastrippen, speciell am Blattrande.

Bei *Pennisetum* und *Cenchrus* war die Tinction deutlicher, besonders über Bast an den Aussen- und Innenwänden.

Bei *Spinifex hirsutus* färbten sich alle Langzellen ringsum ziemlich intensiv rot.

Die Färbung giebt Anhaltspunkte, wie weit die Membranen cuticularisiert und nicht verkieselt sind.

Die Blasenzellen färbten sich nicht, wie zu erwarten war. Bei *Olyra latifolia* erhielt ich von den Membranen solcher Zellen ein äusserst zartes Kieselskelett. Hie und da trifft man Epidermen, wo innerhalb der Blasenzell- oder Parenchymstreifen sich unregelmässig umschriebene, von den Zellgrenzen völlig unabhängige Stellen finden, wo die Membranen durch alle Schichten und auffallend stärker verkieselt sind als in der übrigen Epidermis. Solche Stellen treten in stark lichtbrechenden Medien in der Flächenansicht als dunkle Netze hervor. Oft sitzt in ihrer Mitte ein Trichom, welches (in ähnlicher Weise, wie dies schon von Vertretern andrer Familien beschrieben wurde) ein Verkieselungscentrum zu bilden scheint. (Vergl. auch Tafel IX, 22.)

Die Randstachelhaare von *Nardus* und *Beckera* sind durch alle Schichten verkieselt. Letztere tragen auf ihrer Innenseite ebenfalls verkieselte, warzenförmige Buckel (Tafel IX, 21).

*) Vergl. auch G. Poirault, Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires, p. 240 u. ff.

b. Inhaltsverkieselung.

Alle Elemente der Epidermis können gelegentlich ihr Lumen vollständig mit Kieselsäure ausfüllen,
z. B. Langzellen über Bast: Tafel V, 14, 28,
„ „ Assimilationsgewebe: Tafel IX, 1; V, 14,
Korkkurzzellen: Tafel V, 21 d,
Zwischenzellen: Tafel V, 15 a,
Kieselkurzzellen (regelmässig!): Tafel III—VI,
Winkelhaare: Tafel VIII, 4,
Stachelhaare: Tafel VII, 15.

Auch Bastzellen (Mais, *Erianthus, Reimaria, Spinifex,* Reis, *Leersia hexandra* und *L. virginica*, Tafel IX, 19), ferner Tracheiden der Queranastomosen *(Reimaria, Tricholaena rosea)* und assimilierende Zellen *(Phalaris arundinacea)* können im Lumen verkieseln.

Endlich kommen auch intercelluläre Kieselkörper vor, Ausgüsse von Intercellularräumen im Assimilationsgewebe, vorzüglich unter Spaltöffnungen (*Spodiopogon, Erianthus, Themeda, Anthaenantia, Amphicarpum, Panicum, Tricholaena, Zizaniopsis, Leptaspis,* Reis, *Leersia hexandra, Nardus stricta,* Tafel IX, 20).

Die Kieselkurzzellen sind schon sehr früh von Kieselsäure erfüllt, zu einer Zeit, wo das Blatt noch im Knospenstadium sich befindet und noch im Wachstum begriffen ist (*Nardus, Cenchrus,* Mais). Genauer wurde der Zeitpunkt der Verkieselung nicht festgestellt.

Sie sind von einer sehr dünnen, meist erst nach Lösung des Kieselkörpers deutlich wahrnehmbaren Membran umschlossen.

Bei den übrigen Elementen tritt Inhaltsverkieselung offenbar erst ein, nachdem das Längenwachstum des Blattes und das Dickenwachstum der einzelnen Zellen vollendet ist, denn man bemerkt an gleichartigen Zellen mit und ohne Kieselkörper nie durchgreifende Unterschiede in den Dimensionen oder in der Dicke der Membranen (Tafel IX, 7; IV, 2).

Die Kieselkörper treten in zwei verschiedenen Modificationen auf:

1. Als homogene, weisslich oder bläulich glänzende, glasharte Massen von muscheligem Bruch (Tafel IX, 16, 17), welche häufig einige punktförmige Bläschenräume enthalten.
   Diese Modification bildet die Regel, bei Kieselkurzzellen und Blasenzellen fast ausnahmslos.
2. Als sandig-poröse Massen, welche im durchfallenden Licht schwärzlich oder bräunlich, im auffallenden milchweiss erscheinen (Tafel IX, 4). (Langzellen von *Phalaris arundinacea* u. a., Flächen- und Randstachelhaare von *Spodiopogon, Saccharum* u. a., Basalzellen vieler Winkelhaare.)

Diese beiden Sorten von Kieselkörpern sind durch Übergangsformen verknüpft, welche zwar ziemlich selten auftreten, welche aber Licht werfen auf die Entwickelungsgeschichte der homogenen Kieselmassen. Hie und da stösst man nämlich auf Kieselfüllungen, welche einen ganz allmählichen Übergang erkennen lassen von der sandig-porösen in die homogen glasige Consistenz. Am schönsten ausgeprägt fand ich solche Kieselkörper bei *Saccharum aegyptiacum.* Man bemerkt hier häufig mitten in den homogen gewordenen Partien ovale bis rundliche, poröse Inseln (Tafel IX, 2, 3). Auch am Blattrand findet man

solche Stadien bisweilen häufig innerhalb der Randstachelhaarreihe. Solide und poröse Kieselkörper und Zwischenstadien folgen sich in buntem Wechsel *(Pogonatherum, Leersia hexandra)*.

Offenbar wird die Erfüllung des Lumens mit Kieselsäure eingeleitet durch Bildung eines feinzelligen Maschwerks. Infolge weiterer Einlagerung von Kieselsäure in die Interstitien des Gerüstes entsteht homogene Verkieselung und zwar schreitet dieselbe centripetal vorwärts.

Auch Kieselkurzzellen sind gelegentlich durchweg porös verkieselt *(Olyra latifolia, Zoysia pungens)*, oder bloss an der Peripherie homogen und im Innern porös (*Olyra latifolia, Isachne arundinacea*, Tafel IX, 5). Doch sind solche Fälle äusserst selten, wohl deshalb, weil die Kieselkurzzellen schon sehr früh und in allererster Linie verkieseln.

Aus diesem Verkieselungsmodus erklärt sich auch die mannigfaltige, oft (besonders bei Kieselkurzzellen) auffallend symmetrische Verteilung der Bläschen (Tafel IX, 27, 28). Jenachdem der Consolidierungsprocess des porösen Gerüstes mehr oder weniger weit fortgeschritten ist, enthält der Kieselkörper einen oder mehrere Bläschenschwärme oder nur wenige einzelne Bläschen (Tafel V, 28; VI, 1). Wenn die porösen Inseln (Tafel IX, 2, 3) sich immer mehr verengen, entsteht schliesslich eine Reihe oder Gruppe von Einzelbläschen, ähnlich wie in den Tafel IX, 27 dargestellten Kieselkurzzellen. Wenn die Verkieselung symmetrisch von aussen nach innen fortschreitet, entstehen jene charakteristischen, an Dominosteine erinnernden Figuren (Tafel IX, 23, 27 -30); wenn sie gleichmässig vom einen Ende der Zelle zum anderen fortschreitet (Tafel IX, 2), wird schliesslich eine Porengruppe an dem von der Verkieselung zuletzt erreichten Ende übrig bleiben (Tafel V, 28). Wie sich aus der letzteren Figur ergiebt, muss angenommen werden, in ein und demselben Blatte schreite die Verkieselung in gleichartigen Zellen in ungleicher Weise vorwärts, daher die ungleiche Lagerung der Porengruppen.

Selbstverständlich wollen obige Ausführungen beim Mangel einlässlicher Untersuchungen über die Genesis der Kieselkörper nur als hypothetischer Erklärungsversuch aufgefasst werden.

Nach Crüger (vergl. Kohl, Kalksalze und Kieselsäure etc.) entstehen die intracellulären Kieselkörper der Cautorinde *(Moquilea)* in ganz analoger Weise durch Bildung eines porösen Gerüstes und nachträgliche Consolidierung desselben von aussen nach innen.

Das Verhalten der Kieselkörper gegen Lösungsmittel und beim Glühen wurde in erster Linie an der kieselreichen Epidermis von *Olyra latifolia*, ausserdem auch bei zahlreichen andern Arten geprüft.

Auf Zusatz verdünnter Flussäure lösen sich die homogenen Kieselkörper rasch, indem sie von aussen her abschmelzen, wobei oft ein immer kleiner werdender Rest im Zellumen umherschwimmt.

An geglühten Epidermen löst sich zuerst das Membranskelett, worauf die Kieselkörper frei werden und sich schliesslich ebenfalls lösen.

Die Bläschen verschwinden oder bleiben als kleine Körnchen oder Körnchengruppen zurück. Wurden die Kieselmassen vorher geglüht, dann sind die Körnchen oft tiefschwarz und bestehen in diesem Falle offenbar aus verkohlten, vielleicht mit Kieselsäure zusammengesinterten Inhaltsresten.

Auch in concentrierter Kalilauge waren die Kieselkörper von *Olyra latifolia* löslich, aber immer nur teilweise nach tage- bis wochenlanger Einwirkung. Oft waren bloss die centralen Partieen herausgefressen (Tafel IX, 14a, 15), oft entstanden umgekehrt oberflächliche, rundliche Gruben (Tafel IX, 14b).

Beim Glühen der Epidermis von *Olyra latifolia* (im Platintiegel) bräunte sich regelmässig ein grosser Teil der Kieselkörper, in erster Linie diejenigen der Blasenzellstreifen. Diese Färbung verlor sich auch

nach mehrfacher Wiederholung der Procedur nicht; im Gegenteil, manche beim ersten Glühen klar gebliebene Kieselkörper (z. B. Kieselkurzzellen) bräunten sich in der Folge ebenfalls. Einzelne blieben aber durchaus klar, einzelne färbten sich auch schwarz, sodass vier Sorten deutlich zu unterscheiden waren:

1. Kieselkörper nach mehrmaligem, intensivem (30 bis 60 Minuten langem) Glühen klar. (Zahlreiche Kieselkurzzellen, wenige Blasenzellkieselkörper [Tafel IX, 10 A b].)
2. Der Kieselkörper hat die Farbe von hellem Rauchtopas, d. h. er ist im durchfallenden Licht bräunlich und durchsichtig und bleibt dunkel im auffallenden Licht (Tafel IX, 10 Ac, Bc).
3. Eine gewöhnlich schmale, periphere Zone bleibt hell, der Kern des Kieselkörpers ist im durchfallenden Licht braun und undurchsichtig, im auffallenden rein milchweiss (Tafel IX, 10 Aa, Ba, 11). Dies deutet schon darauf hin, dass eine innere Zersplitterung des Kieselkörpers stattgefunden hat und die Braunfärbung auf Absorptions- und Reflexionserscheinungen beruht. In der That brachte weder intensive Behandlung mit dem Schulze'schen Gemisch, noch Einlegen in ausgekochtes Wassers eine Änderung im optischen Verhalten hervor. In Flussäure erfolgte während der Lösung eine charakteristische Aufhellung.

   Bräunung dieser Art trat an den Kieselkörpern der Blazenzellstreifen am frühsten, am deutlichsten und auch am häufigsten ein. Bisweilen waren dieselben bis zur Mitte eingerissen, gleichsam geborsten. Bei Lang- und Kieselkurzzellen trat Bräunung erst nach länger fortgesetztem Glühen allgemeiner auf. Die centrale, braune Zone war hier durchschnittlich heller und kleiner und nahm entweder eine (allfällig vorhandene) Bläschengruppe in sich auf oder lag gesondert neben derselben.

   Topasbraune, durchsichtige und sandig-poröse, braune, im auffallenden Licht milchweisse Kieselkörper kommen auch in ungeglühtem Zustand bisweilen vor.
4. In den Glühskeletten der Blasenzellstreifen von *Olyra latifolia* fanden sich selten auch vollkommen undurchsichtige, schwarze, in Flussäure unlösliche, jedenfalls kohlehaltige Körper (Tafel IX, 10 d).

Die topographische Verteilung der Kieselkörper in der Epidermis lässt wenig Regelmässigkeit erkennen, wenn man von der Anordnung der Kieselkurzzellen absieht. Diese ist allerdings in der Regel ganz gesetzmässig und wird in einem besondern Capitel geschildert werden.

Die übrigen Epidermiselemente mit Kieselinhalt zeigen durchaus keine constanten Beziehungen zur Mesophyllunterlage. Langzell- und Trichomkieselkörper können über Bast und über Assimilationsgewebe, auf der Ober- und auf der Unterseite des Blattes, in der Region des Mittelnervs, der Blattfläche oder des Blattrandes auftreten. Bald sind sie isoliert, bald treten sie zu kleinern oder grössern Gruppen zusammen (Tafel IX, 1). Bisweilen entstehen förmliche Platten (Tafel IX, 1, 4). Mitten darin sitzt dann häufig ein Trichom (am häufigsten ein Borstenhaar, Tafel IX, 4) und bildet, wie auch bei Vertretern anderer Familien, eine Art Verkieselungscentrum.

Am häufigsten treten Platten auf am Blattrande. Derselbe ist an kieselreichen Blättern gar nicht selten auf längere Strecken von einem zusammenhängenden Panzer von Langzellkieselplättchen bedeckt *(Rottboellia, Pogonatherum, Isachne arundinacea, Leersia hexandra).*

Grössere Platten fanden sich ferner in den Blasenzellstreifen von *Olyra latifolia, Isachne arundinacea, Oryza sativa;* in den Streifen über Parenchym auf der Blattfläche bei *Perotis, Themeda, Olyra latifolia, Leptaspis.*

Bei *Olyra latifolia* waren diese Platten localisiert auf die drei bis vier Streifen über Parenchym, je links und rechts zunächst dem Mittelnerv auf der Blattunterseite.

Häufig liegen mitten in solchen Platten Korkkurzzellen mit kieselfreiem Lumen.

Unter den inhaltsverkieselten Trichomen habe ich bloss Stachel- und Winkelhaare gelegentlich in grösserer Zahl nebeneinander auftreten sehen:

Stachelhaare über der Blattfläche bei *Pharus, Aristida, Mühlenbergia, Ampelodesmos* u. a., am Blattrand bei *Spodiopogon, Andropogon, Ischaemum, Reimaria;*

Winkelhaare auf der Blattunterseite beim Mais, *Themeda, Amphicarpum, Iseilema.* In der Regel führt bei den cylindrischen (weitaus am häufigsten auftretenden) Winkelhaaren bloss die Basalzelle einen Kieselkörper.

Specieller Teil.

Langzellen.

Wie schon im allgemeinen Teil hervorgehoben wurde, ist die noch in neuester Zeit von Güntz und Hohenauer aufgestellte Behauptung, dass Lang- und Kurzzellen sich schliesslich bloss in ihren Dimensionen unterscheiden, vollständig hinfällig. Ich habe auch nie Blätter gefunden, wo Lang- und Kurzzellen ohne scharfe Grenze ineinander übergingen. Nach Güntz soll dies z. B. bei *Coix Lacryma* über Parenchym der Fall sein. An dem mir vorliegenden Blatt derselben Art unterschieden sich beide Zellformen schon in den Dimensionen ganz scharf. Dennoch giebt es Fälle, wo Lang- und Kurzzellen scheinbar ineinander übergehen. Einen solchen zeigt Tafel II, 4. Die Zellen werden am Blattrande gegen die Randreihe hin immer kürzer und sind in der Randreihe selbst stellenweise kaum länger als breit. Diese kurzen Zellen unterscheiden sich aber weder in der Wanddicke, noch in den chemischen Eigenschaften von den übrigen, es sind einfach auffallend kurze „Langzellen." Man kann auch leicht andere, analog gelegene Stellen auffinden, wo alle Zellen deutlich langgestreckt sind.

Der Ausdruck „Langzelle" ist in der That bei den Gräsern fast ausnahmslos zutreffend für jene Zellengattung, welche bei den weniger hoch differenzierten Epidermen anderer Familien schlechthin „Epidermiszellen" genannt wird. Sie bilden die Hauptmasse der Epidermis und erfüllen in erster Linie die ursprünglichste Function einer solchen, eine schützende Haut über den inneren Geweben zu bilden. Sie sind nicht nur selbst längsgestreckt, sondern auch länger als die Kurzzellen derselben Reihe. Nun kommen aber in der Grasblattepidermis noch zwei Sorten von Zellen vor, welche man unmöglich weder den Lang- noch den Kurzzellen beizählen kann und welche sich auch untereinander scharf unterscheiden.

Die eine dieser zwei Formen findet sich auf der Unterseite des Blattes von *Isachne arundinacea* (Tafel II, 5). Wie auch bei zahlreichen anderen Arten ist hier jeder Streifen über Parenchym in drei Felder differenziert, in zwei seitliche Stomafelder und in ein „mestomfreies" Mittelfeld. Dasselbe nimmt hier fast die ganze Breite des Streifens ein und besteht ausschliesslich aus deutlich quergestreckten, je eine Papille tragenden Zellen. Dieselben als Kurzzellen anzusprechen, geht nicht wohl an; denn diese sind in allen übrigen Fällen, in Feldern und Streifen, mit Langzellen gemischt und kommen in dieser Form nirgends vor. Man kann sie kurzweg als „Querzellen" von den Lang- und Kurzzellen unterscheiden. (Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch im Pericarp der Gramineen-Caryopsen „Querzellen" vorkommen.)

Die zweite Form findet sich in den Streifen über Bast und Parenchym bei *Pharus scaber* und *Leptaspis conchifera*. Es sind Epidermiszellen, welche vollständig Bastzellqualität angenommen haben (Tafel III, 25; IV, 1, 2). In den Streifen über Bast sind sie viel weniger augenfällig als über Parenchym. In ersteren sind auch ächte Langzellen häufig so lang und schmal, dass sie von Bastzellen sich nicht mehr wesentlich unterscheiden. Verschiedene Autoren erwähnen denn auch bastartige, über Stereom liegende Epidermiszellen mit schief gestellten Querwänden. Haberlandt (Entwickelungsgeschichte des mechanischen Systems) beobachtete solche über Bast in der äusseren Epidermis von *Festuca spadicea* und er hebt ausdrücklich hervor, dass sie vollständig prosenchymatische Form angenommen haben. Bei anderen Autoren ist man darüber oft im Zweifel.

Über das Vorkommen solcher Zellen in Streifen über Parenchym finden sich in der Litteratur keine Angaben. Bei allen drei oben genannten Arten liegen sie einzeln oder zu mehreren (in diesem Falle oft mit den Enden anastomosierend) direct über Assimilationsgewebe, mitten zwischen typischen Langzellen und fassen regelmässig reine Kurzzellreihen zwischen sich. Ich habe diese Zellen schon im allgemeinen Teil als „bastförmige Epidermiszellen" aufgeführt.

Güntz hat als Resultat vergleichend-anatomischer Untersuchungen gefunden, dass bei den Langzellen die Dicke der Aussenwände und der Wellungsgrad der Seitenwände in Beziehung stehen zur Grösse des Blattes und zu Klima und Standort. Er hat ferner gefunden, dass Kurzzellen hauptsächlich zwischen gewellten Langzellen auftreten und zwischen glattwandigen häufig fehlen. Diese letztere Behauptung kann ich nicht bestätigen.*) Allerdings sind Streifen aus glattwandigen Zellen oft relativ ärmer an Kieselkurzzellen.

Ich habe ausserdem innerhalb der Gruppe der Langzellen einige Thatsachen beobachtet, welche mir in der Litteratur nirgends begegnet sind.

Bei *Nardus stricta* habe ich genauere Messungen über Länge und Breite der Langzellen verschiedener Streifen angestellt (vergl. auch Tafel II, 1):

	Länge	Breite
Unterseite:		
Streifen über Bast:		
Kurzzellfreie Reihen	170—375 μ	6—8 μ
	meist mindestens 200 μ	
Kurzzellhaltige Reihen	15— 55 μ	8—9 μ
Streifen über Parenchym	50—150 μ	14 μ
Oberseite:		
Streifen über Bast (sehr arm an Kurzzellen) . . .	54—108 μ	10,8 μ

Aus der Tabelle ergiebt sich, dass die durchschnittlich längsten und die durchschnittlich kürzesten Langzellen, welche über Bast vorkommen, in den Streifen über Bast auf der Unterseite in ungleichen Reihen liegen, dass sich diese durch den Kurzzellengehalt differierenden Reihen ferner auch in der Breite unterscheiden, dass endlich die Langzellen der anstossenden Streifen über Parenchym in der Länge die Mitte halten zwischen den Zellen der beiderlei Reihen der anstossenden Streifen über Bast, aber (wie gewöhnlich) breiter sind als beiderlei „Bastreihen".

*) Vide p. 8.

Über Bast sind bekanntlich die Epidermiszellen ganz allgemein schmäler und niedriger als über dem Assimilationsgewebe, nach Haberlandt deshalb, weil sie durch das angrenzende Stereom in der Entwickelung gehemmt werden. Ist diese Ansicht richtig, dann muss dieser Unterschied in den Dimensionen immer hervortreten, wo die entsprechenden Gewebe aneinanderstossen. Dies ist aber nach Duval-Jouve sowie nach meinen eigenen Untersuchungen keineswegs der Fall.

Bei *Zizaniopsis Arechavaletae* (Spreite) sind die Langzellen der Streifen über Bast (Tafel II, 6) so breit und hoch wie diejenigen der Streifen über Parenchym, über den Basträngen des Mittelnervs eher noch höher. Auch bei Mais und *Coix* traf ich bisweilen kleine Bündel von ein bis drei Zellen, welche ohne Einfluss auf die darüberliegenden Epidermiszellen geblieben waren (Tafel II, 9). Ob dieselben selbständige „Hautnerven" oder nur die verschmälerten Enden stärkerer Bündel waren, habe ich nicht untersucht. In der Regel sind die Epidermiszellen auch über den kleinsten Strängen verengt (Tafel II, 10). Nach Haberlandt sind solche Bündel bisweilen epidermalen Ursprungs. Solche bieten dann eine interessante Parallele zu den vollständig in die Epidermis eingetretenen, bastförmigen Epidermiszellen der Streifen über Parenchym von *Pharus* und *Leptaspis*.

Aus den Tafeln, welche Duval-Jouves Abhandlung über die Gramineengrannen (VII) beigegeben sind, ergiebt sich, dass hier die über Stereom liegenden Zellen in der Mehrzahl der Fälle einen grössern Querschnitt besitzen als über Assimilationsgewebe.

Auf der Unterseite des Blattes von *Festuca thalassica* nahm die Wellung von der Mitte eines Streifens über Bast bis zur Mitte des anstossenden Streifens über Parenchym continuierlich bis auf Null ab.

Bei *Nardus stricta* fand ich in den um den Blattrand herumliegenden Streifen über Parenchym drei deutlich verschiedene Stufen der Wellung und Membranverdickung. (Vergl. Tafel I, 3, 4, 5 mit der Orientierungsfigur Tafel I, 2.) Wie Figur 5, Tafel I, sind alle Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite, wie Figur 3, Tafel I, alle Streifen über Parenchym auf der Oberseite, mit Ausnahme des dem Blattrand zunächstliegenden, gebaut. Dieser letztere (Tafel I, 1_7, 4) hält in Wellung und Membranverdickung die Mitte. Diese Mittelstellung ist biologisch verständlich, denn da das Blatt meist in halb offenem Zustand sich befindet, sind diese Streifen zwar in geschützterer Lage als diejenigen der Aussenseite, aber doch Einflüssen von aussen mehr ausgesetzt, als die weiter einwärts in den Rillen liegenden Streifen.

Die Langzellen der äussersten Randreihen des Blattes sind oft besonders derb, oft auch intensiver gewellt als diejenigen der benachbarten Reihen: *Apluda, Arthraxon, Anthephora, Hygroryza, Phalaris, Nardus*. Darüber finden sich auch in der Litteratur zerstreute Notizen.

Die Aussenwände der Langzellen sind entweder annähernd eben (im Querschnitt sanft gewölbt), oder sanft gewellt (Tafel X, 13b), oder blasig auswärts gewölbt (Tafel VIII, 33). Oft tragen sie regelmässig oder unregelmässig gestellte Papillen oder Cuticularzäpfchen (Tafel X, 5–12). Die Anordnung derselben wird im Anschluss an die Trichome und Spaltöffnungen näher dargelegt werden. Die hauptsächlichsten Beobachtungen über das mikrochemische Verhalten der Membranen wurden bereits in dem Abschnitt über Verkieselung angegeben. Hier soll nur noch hervorgehoben werden, dass die mit dem Schulze'schen Macerationsgemisch losgetrennten Membranen regelmässig auf Chlorzinkjodzusatz eine intensive Bläuung der meisten Langzellen ergaben (*Saccharum aegyptiacum, Olyra latifolia, Hierochloa alpina* und *H. borealis, Phalaris arundinacea, Nardus* u. a.). *Hierochloa alpina* zeichnete sich aus durch die in Chrom-

säure bis zum Schwund des Lumens quellenden, innern Schichten der Langzellen der untern Epidermis (Tafel VII, 3) und durch die direct (ohne vorherige Maceration) in ihrem ganzen Umfang sich bläuenden Epidermiszellen der Oberseite. Nur die Innenwände der letztern quollen deutlich auf in Chlorzinkjodlösung. Die zu diesen Reactionen verwendeten Epidermisstücke entstammten allerdings zum grossen Teil (darunter auch *Hierochloa alpina*) ältern Herbarexemplaren.

Fester farbiger Inhalt fand sich bei *Ehrharta Microlaena* und beim Mais. Bei der ersteren Art war er dunkel kaffeebraun und erfüllte sämtliche Langzellen des cylindrischen (Tafel II, 11), nur eine seichte Längsrille führenden Blattes. Beim Mais fanden sich solche Inhaltsmassen bloss in der Nähe des Blattrandes über Stereom und Assimilationsgewebe und färbten sich bei der Erwärmung mit Schulzes Reagens braun.

Kieselkörper finden sich bei den meisten Arten, bald reichlich, bald spärlich in den Langzellen.

Blasenzellen.

Duval-Jouve beschrieb in seiner Histotaxie (6) zum erstenmal in einlässlicher Weise eine für die Gramineenblätter charakteristische Sorte von Epidermiszellen und nannte sie „cellules bulliformes", weil sie im Querschnitt immer blasenförmig nach dem Blattinnern vorgewölbt sind. Hackel (9) nannte sie „Fächerzellen", weil sie im Querschnitt fächerförmig angeordnet sind. Tschirch (31) nannte sie bei den Schliessbewegungen ausführenden Blättern „Gelenkzellen". Volkens (34) im Hinblick auf die Gräser der ägyptisch-arabischen Wüste „Wasserzellen". Güntz nennt merkwürdiger Weise alle diese Zellen ohne Unterschied „Gelenkzellen". Dies ist wohl kaum gerechtfertigt. Da ihre Hauptfunction noch nicht genügend bekannt und jedenfalls nicht immer dieselbe ist, dürfte die Anwendung des neutralen Ausdrucks „Blasenzellen" (in Anlehnung an Duval-Jouves Bezeichnung) sich empfehlen. Damit ist zugleich eine nie fehlende, morphologische Eigentümlichkeit dieser Zellen im Namen ausgedrückt.

Sie sind in der Regel cubisch, von polygonalem Umriss (Tafel V, 21; IX, 12, 13), bisweilen aber auch deutlich und regelmässig längs gestreckt (*Nardus*, Tafel I; *Aegopogon pusillus*, Tafel VI, 37).

Die Zellen der mittlern Reihen sind nicht nur die höchsten, sondern häufig auch nach aussen hin stark keilförmig verschmälert, so dass sie bei Einstellung auf das äussere Niveau der Epidermis den Eindruck dicker Längswände hervorrufen (Tafel IX, 8, 9).

Die Seitenwände sind glatt (Tafel V, 21) oder sanft gewellt (Tafel IX, 12). Die äussern Längswände der Randreihen, welche an die stärker gewellten Streifen über Parenchym stossen, sind regelmässig von der Wellung mit ergriffen. Bisweilen nimmt die Wellung von den Streifen über Parenchym aus gegen die Mitte der Blasenzellstreifen hin ganz allmählich ab.

Die Seitenwände sind immer dünn, die Aussenwände meist verdickt, seltener ebenfalls dünn (Tafel II, 23). Beim Mais fand ich kollenchymatisch verdickte Innenwände. Die Aussenseite ist meist glatt, seltener (Reis, *Leersia, Zizania*) mit Cuticularwärzchen dicht bedeckt. In diesen letztern Fällen ist directe Aufnahme von athmosphärischem Wasser durch diese Zellen jedenfalls nicht denkbar. Papillen

habe ich allerdings über diesen Streifen nie beobachtet, auch dann nicht, wenn sie in den anstossenden Streifen über Parenchym vorhanden waren *(Nardus, Trachypogon)*.

Tschirch hat für eine Reihe von Arten festgestellt, dass die Membranen aus reiner Cellulose bestehen. Meine spärlichen, in dieser Richtung gemachten Beobachtungen stimmen im wesentlichen damit überein *(Nardus, Sesleria)*. Die nicht im Lumen verkieselten Blasenzellen von *Olyra latifolia* ergaben ein äusserst zartes Kieselskelett.

In der Regel treten auf Querschnitten die Blasenzellstreifen durch ihre weissglänzenden Membranen scharf hervor. Durch Tinctionsmittel kann die Grenze gegen die anstossenden Streifen über Parenchym noch schärfer gemacht werden. Sie entspricht dann in der Regel der Grenze zweier Zellreihen. Bei *Cenchrus tribuloides* ergab die Safraninfärbung einen allmählichen Übergang in die Streifen über Parenchym.

Festen organischen Inhalt habe ich in Übereinstimmung mit früheren Beobachtern nie angetroffen, dagegen sehr häufig homogene, intracelluläre Kieselkörper (Tafel IX, 1). Bei *Oryza sativa, Olyra latifolia* und *O. micrantha* bedeckten sie stellenweise die ganze Breite des Streifens und kamen überhaupt so massenhaft vor, dass an einen im Verlauf der Vegetationsperiode eingetretenen Functionswechsel dieser Streifen gedacht werden muss. (Die betreffenden Blätter des Reises entstammten fruchtreifen Exemplaren, bei *Olyra* konnte der Vegetationszustand nicht genau ermittelt werden.)

An der Innenseite der Kieselkörper von Lang- und Blasenzellen verlaufen oft vorspringende Rippen, welche ein mehr oder weniger regelmässiges Netzwerk bilden, in dessen Maschen die subepidermalen Assimilationszellen hineinpassen (Tafel IX, 12).

Dass Trichome bisweilen sporadisch, Polsterhaare bei vielen Arten regelmässig in den Blasenzellstreifen auftreten, wurde oben bereits erwähnt.

Aegopogon pusillus ist die einzige Art, welche in diesen Streifen zahlreiche Kurzzellen, und zwar stachelige Kieselkurzzellen, führt. (In der Litteratur finden sich über das Auftreten von Kurzzellen in Blasenzellstreifen keine Angaben.)

Über die Anordnung der Streifen auf der Blattfläche berichtet Duval-Jouve in seiner Histotaxie ausführlich.

Gegen den Blattrand verhalten sich diese Streifen an den breiten Blättern von Mais und *Bambusa verticillata* sehr ungleich:

Beim Mais werden sie sehr schmal, ein- bis zweireihig, im Längsverlauf discontinuierlich und verkümmern schliesslich ganz; bei *Bambusa* sind sie auch am Rande wohl entwickelt, nur von etwas flacherem Querschnitt.

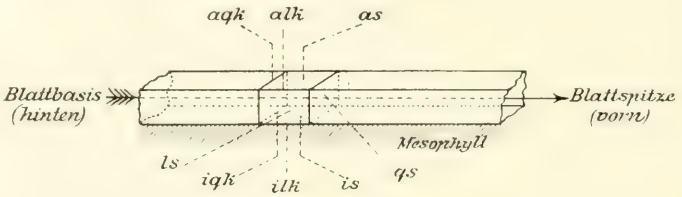
Nicht selten lassen sich im Bau der stomafreien Mittelfelder auf der Blattunterseite gewisse Analogien mit den gegenüberliegenden Blasenzellstreifen erkennen. Nicht nur haben sich dieselben oft aller Kurzzellen und Trichome entledigt (reine Langzellfelder von *Phalaris, Centotheca, Cynosurus*), sondern die Zellen solcher Stellen werden auch häufig gegen die Mitte des Streifens höher (*Oplismenus, Ehrharta panicea, Amphicarpum Purshii*, Tafel II, 8).

Kurzzellen.

Morphologie.

1. Kieselkurzzellen.

Zur Erleichterung der Beschreibung denken wir uns jede Kieselkurzzelle von einem ihren Dimensionen angepassten, rectangulären Parallelopipedon umschlossen.



Der Pfeil zeigt die Richtung der Längsachse des Blattes. Diese ist zugleich die Richtung der Längsreihen der Epidermiszellen. Da er mitten durch die Kurzzelle geht, bildet er zugleich die Längsachse dieser Zelle. Eine Linie, welche ebenfalls mitten durch die Kurzzelle geht und senkrecht zur Längsachse und parallel zur Blattfläche verläuft, bildet die Querachse dieser Zelle. Um diese Achsen gruppieren sich folgende Elemente:

Eine Aussenseite *(as)* und eine Innenseite *(is)*; zwei Längsseiten *(ls)* und zwei Querseiten *(qs)*; vier Längskanten, zwei äussere *(alk)* und zwei innere *(ilk)*; vier Querkanten, zwei äussere *(aqk)* und zwei innere *(iqk)*; vier äussere und vier innere Ecken.

Die Ausdrücke horizontal und vertical bedeuten parallel und senkrecht zur Blattfläche.

Von zwei anstossenden Zellen einer Reihe liegt die eine „vorn", d. h. auf der Seite, welche der Blattspitze zugekehrt ist, die andere „hinten", d. h. auf der der Blattbasis zugewendeten Seite.

Die Kieselkurzzellen sind homogene, selten *(Isachne arundinacea)* in Kern und Schale von ungleicher Dichte differenzierte Kieselkörper, welche umschlossen werden von einer sehr dünnen, verkieselten, im Bereich der Aussenseite cuticularisierten Membran. An nicht entkieselten Zellen ist die letztere nur selten (*Arellinia*, Tafel V, 32) deutlich zu erkennen. Im Innern der Kieselkörper bemerkt man regelmässig kleinere oder grössere Gruppen dunkler, selten aufleuchtender Punkte, welche in starklichtbrechenden Medien regelmässig, in Wasser selten scharf hervortreten. Dieselben sind kleine, bläschenförmige Hohlräume, welche meist leer erscheinen, bisweilen aber sicher festen Inhalt führen. Ausnahmsweise (bei *Phalaris arundinacea* häufig) finden sich in derselben Zelle Punktgruppen vereinigt, von denen die einen das Licht stärker, die anderen schwächer brechen als die umgebende Kieselmasse.

Bald sind alle Bläschen von annähernd gleicher Grösse, bald kommen feine und gröbere gemischt in derselben Zelle vor (Tafel III, 5). Bisweilen ist eine zarte Schichtung rings um die Bläschen wahrnehmbar. Die Kieselkurzzellen eines und desselben Blattes zeigen häufig in der Anzahl und Anordnung ihrer Bläschen eine bemerkenswerte Übereinstimmung.

Blätter mit durchweg bläschenfreien Kieselzellen sind mir keine begegnet. Gewöhnlich führen die meisten Kieselzellen ein bis mehrere Bläschen. In der Regel finden sich aber auch vereinzelte, bläschenfreie Zellen.

Nach der Anzahl lassen sich folgende Hauptfälle unterscheiden:

1. Meiste Kieselzellen bläschenfrei: *Isachne arundinacea.*

2. Ein bis drei Bläschen pro Zelle: *Phalaris arundinacea genuina* (Tafel VI, 1), *Pogonatherum*, Oberseite (Tafel IX, 23). Die Kieselzellen der Blattunterseite der letzteren Art sind durchschnittlich etwas bläschenreicher als diejenigen der Oberseite.

3. Ein bis zehn Bläschen pro Zelle, nicht zu Schwärmen vereinigt: *Tricholaena rosea* (Tafel IX, 27).

4. Zahlreiche Bläschen sind in jeder Zelle zu einem oder mehreren Schwärmen vereinigt: *Coix*, *Phalaris arundinacea picta* (Tafel V, 28, 29), *Trachypogon ligulare* (Tafel III, 9), *Olyra micrantha* (Tafel III, 5).

Wenn die Bläschen in geringerer Zahl vorhanden sind, sind sie häufig genau oder angenähert symmetrisch zur Längs- und Querachse der Kieselzelle angeordnet (Tafel IX, 27—30) und liegen meistens in einer die Zelle etwa in halber Höhe durchsetzenden Horizontalebene (Tafel IX, 24). Die Schwärme können, wenn sie in derselben Zelle in Mehrzahl vorkommen, ebenfalls regelmässig verteilt sein (Tafel III, 9), sind aber, wie es dem Begriff eines Schwarmes entspricht, nach allen drei Dimensionen ausgedehnt (Tafel V, 29; IX, 25).

Wie schon im allgemeinen Teil angedeutet wurde, beruht die Ungleichheit in der Zahl und Gruppierung der Bläschen wahrscheinlich auf ungleich weit oder in ungleicher Richtung fortgeschrittenen Verkieselungsweisen. Dafür spricht schon die mehr oder weniger starke Variation innerhalb desselben Epidermisstreifens, ausserdem der Vergleich von *Phalaris arundinacea genuina* (Tafel VI, 1) und *P.* var. *picta* (Tafel V, 28, 29). Beide Figuren sind typisch für die ganze Breite des Blattes in der Mitte seiner Länge.

Auf Flussäurezusatz lösen sich die Kieselkörper unter charakteristischem Abschmelzen. Die Bläschen verschwinden oder bleiben erhalten, die Membran tritt deutlich hervor und färbt sich mit Chlorzinkjod blau.*) Messungen an den „Kieselzellen" (dieser kürzere Ausdruck für Kieselkurzzellen möge gelegentlich gestattet sein) von *Uniola latifolia* ergaben, dass Form und Dimensionen sich beim Glühen nicht merklich ändern.

Die Kieselkurzzellen kommen ganz allgemein über Stereom und Assimilationsgewebe vor. Dennoch sind die Streifen über Bast die Hauptbildungsstätten dieser Zellen. Hier sind sie gross, charakteristisch gestaltet und in reichlicher Menge vorhanden. In den Randreihen dieser Streifen sind sie oft etwas weniger vollkommen, zum Teil krüppelhaft (Tafel IV, 3) und auch seltener. Diese Reduction in der Grösse und Zahl geht in den angrenzenden Streifen über Parenchym häufig noch weiter. In der Mehrzahl der Fälle erscheinen sie hier im Flächenschnitt quergestreckt und unregelmässig conturiert und sind blatteinwärts (wie querstehende Keile) verjüngt, oft so rasch, dass sie das innere Niveau der Epidermis nicht mehr erreichen. Bei einzelnen Arten *(Ichnanthus, Olyra latifolia)* sind sie allerdings auch hier wohlentwickelt und reichlich vorhanden.

*) Bisweilen ist dies aber nicht der Fall. Die ganze Zelle färbt sich gleichmässig und mehr weniger intensiv dunkelblau oder violett, ohne eine deutliche Membran zu zeigen. Ob hier allenfalls eine die Kieselmasse durchsetzende Cellulosebasis vorliegt, müssen entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen sicherstellen.

Die krüppelhaft gewordenen Kieselzellen der Streifen über Parenchym zeigen in ihrer Umgrenzung häufig unverkennbare Anklänge an die typische Form über Bast.

Es ist einigermassen schwierig, dem Bedürfnis nach kurzen und prägnanten Ausdrücken für die verschiedenen Gestalten der Kieselkurzzellen gerecht zu werden. Man kann Namen bilden nach der Gestalt der Zelle oder nach dem Namen einer Art, welche die fragliche Form typisch entwickelt zeigt. Obgleich es a priori wünschbar erscheint, das eine oder das andere Princip der Namengebung consequent festzuhalten, wurden doch beide nebeneinander angewendet, das erstere, wenn sich aus den Formverhältnissen ungezwungen eine Terminus ergab, das letztere, wenn dies nicht der Fall war.

Die Ansicht von aussen ist für die Kieselkurzzellen am meisten charakteristisch.

Die Entwickelungsgeschichte konnte nicht genau festgestellt werden. Immerhin ergaben sich aus der Untersuchung junger Knospen von *Zea Mays* und *Cenchrus tribuloides* einige Thatsachen von Interesse. Dieselben beziehen sich auf die Kurzzellreihen über Stereom. Diese geben sich schon früh als solche zu erkennen; sie bilden, etwa zur Zeit der ersten Anlage der Spaltöffnungen Reihen cubischer, quergestreckter oder isodiametrischer, in lebhafter Teilung begriffener Zellen. Sie befinden sich noch in diesem Zustand, wenn die Langzellen über Parenchym und über Bast sich bereits beträchtlich in die Länge gestreckt haben. In diesen meristematischen Kurzzellreihen differenzieren sich die Stachelhärchen zuerst heraus (Tafel VII, 19). Erst nachher gewinnen die Kork- und Kieselkurzzellen ihre besondere Form (Tafel VII, 20). Die Formbildung der Kurzzellen ist (bei *Cenchrus*) in jener Entwickelungsphase vollendet, wo Winkelhaare und Spaltöffnungen die in Figur 20, Tafel VIII, dargestellte Entwickelungsstufe erreicht haben, wo also die Verdickungsleisten der Schliesszellen noch vollständig fehlen. Die Zelle *ko* (Tafel VII, 20) ist eine Korkkurzzelle, die Zelle *ki* eine Kieselkurzzelle, deren Lumen noch vollständig frei von fester Kieselsäure ist.

Übergangsstadien zwischen leeren und vollständig inhaltsverkieselten Kieselkurzzellen wurden keine aufgefunden.

Kieselkurzzellen über Bast.

A. Haupttypen.

(Bei zahlreichen Arten verbreitet.)

Typus I.

Kreuz-, Hantel- und Knotenzellen.

Die Kieselzellen dieses Typus zeigen im Flächenschnitt die Form von Kreuzen, von Bisquits oder Hanteln und von drei- bis mehrknotigen Stäbchen und sollen dementsprechend Kreuzzellen („Kreuze"), Hantelzellen („Hanteln") und Knotenzellen genannt werden.

In der Regel kommen Kreuze und Hanteln, oder Hanteln und Knotenzellen nebeneinander in demselben Baststreif oder doch in verschiedenen Streifen auf demselben Blatte vor. Auch alle drei Formen können sich auf demselben Blatte vereinigt finden. In der Regel ist allerdings in einem bestimmten Streifen auch eine bestimmte Form herrschend. (Genauere Angaben über die Verteilung dieser Formen finden sich im Abschnitt über die Topographie der Kieselkurzzellen.)

Da die Hantelzellen weitaus am häufigsten sind, soll dieser Typus kurzweg „Hanteltypus“ heissen.

Bei *Andropogon Gryllus* sind die Zellen dieses Typus über der ganzen Breite der Streifen mit quergestreckten Kieselkurzzellen gemischt.

Bei den Kreuzzellen lassen sich je nach der Tiefe der Buchten, welche die Arme des Kreuzes trennen, verschiedene Unterformen unterscheiden:

1. Seichtbuchtige, oft fast quadratische Kreuze: *Anthaenantia*, *Olyra latifolia*-Unterseite (Tafel III, 4 A).
2. Mittlere (Regel): Mais, *Olyra latifolia*, Oberseite (Tafel III, 4 B).
3. Tiefbuchtige: *Polytocca* (Tafel III, 1, 3), *Dimeria*.

Nach der Orientierung der Seitenflächen lassen sich ebenfalls drei Fälle unterscheiden:

1. Seitenflächen normal oder nur wenig schief: Mais, *Olyra latifolia*.
2. Kreuze blatteinwärts verjüngt: *Polytocca* (Tafel III, 1, 2), *Dimeria*.
3. Kreuze blatteinwärts verbreitert: *Olyra micrantha* (Tafel III, 5).

Die Contur der Aussenseite ist bei manchen Arten in den Ecken in vier mehr oder weniger scharfkantige Öhrchen vorgezogen (Tafel III, 24; IV, 1). Dieselben treten am schärfsten hervor, wenn die Zelle nach innen sich stark verbreitert (*Olyra micrantha*, Tafel III, 5).

Die Kreuze können über der ganzen Blattfläche über breiten und schmalen Baststrängen vorherrschen (*Olyra latifolia*). Gewöhnlich sind sie mit Hanteln gemischt und occupieren dann mit Vorliebe die Ränder der primären und die secundären Streifen über Bast.

Sie können ausnahmsweise auch über Assimilationsgewebe zahlreich und gut entwickelt auftreten (*Ichnanthus*, Tafel VI, 29; *Cenchrus*).

Die Hantelzellen kann man sich entstanden denken durch Längsstreckung der Kreuzzellen. In der That findet man bei manchen Arten (Maydeen) nebst typischen Kreuzen und Hanteln Zwischenformen, welche man ebensogut als längsgestreckte Kreuze, wie als verkürzte Hanteln ansprechen kann. Gewöhnlich ist aber der Unterschied zwischen beiden Gestalten scharf.

Länge und Breite des Mittelstücks, die Form der Enderweiterungen und die Neigung der Seitenflächen variieren beträchtlich. Schon in ein und demselben Streifen sind grosse Differenzen möglich (Tafel III, 15; IV, 3). Dennoch ist regelmässig für ein bestimmtes Blatt oder doch für eine bestimmte Blattseite (*Aristida congesta*) ein gewisses Verhältnis zwischen End- und Mittelstück charakteristisch. Man kann folgende Unterformen unterscheiden.

a. Mittelstück kurz und breit: *Elionurus* (Tafel III, 11), *Imperata*, *Eriochloa* (Tafel IV, 4)
b. Mittelstück kurz und schmal: *Polytocca*, *Centotheca* (ähnlich Tafel III, 15).
c. Mittelstück lang und breit: *Reimaria* (Tafel III, 17 a).
d. Mittelstück lang und schmal: *Tristachya* (Tafel III, 26).

Am häufigsten sind Hanteln von mittlerer Länge und Breite des Mittelstücks (Tafel VI, 29). Bei *Aristida congesta* liegen auf der Unterseite Hanteln mit langem und schmalem, auf der Oberseite solche mit kurzem, breitem Mittelstück.

Das Mittelstück ist

a. so hoch wie die Endstücke: *Digitaria* (Tafel III, 7), oder

b. etwas niedriger: *Reimaria* (Tafel III, 17b), oder

c. stark eingesenkt: *Perotis* (Tafel III, 10a, b, c).

Im letztgenannten Fall nähern sich die Zellen am meisten der Hantelgestalt.

Die äusseren Querkanten sind meistens in demselben Streifen gerade oder schwach ein- oder auswärts gewölbt (Tafel IV, 3). Bei *Iseilema* sind die Enderweiterungen regelmässig quer abgestutzt, bei *Pharus* (Tafel III, 24, 25) und *Diarrhena* (Tafel III, 12) gerundet, bei *Coix, Polytoca* und *Centotheca* ausgerandet.

Die Ausbuchtungen der äusseren Längskanten sind häufig vorgezogen und bilden rundliche, meist scharfkantige (Tafel IV, 2) Öhrchen, welche etwas schief aufwärts gerichtet sind (Tafel III, 5, 10, 23b). Zwischen je zwei gegenüberliegenden Öhrchen ensteht dann eine mehr oder weniger deutliche Einsattelung (Tafel III, 8, 10g, f, 21).

Die Seitenflächen stehen

a. ungefähr vertical *(Trachypogon)*, oder

b. sie divergieren gegen das Blattinnere (*Digitaria*, Tafel III, 6; *Reimaria*, Tafel III, 17ab), oder

c. sie convergieren blatteinwärts *(Gynerium)*.

Die Verbreiterung und Verschmälerung der Zellen gegen das Blattinnere ist an den Enderweiterungen am stärksten.

Da die Längsseiten häufig etwas concav sind (Tafel III, 7, 8), entstehen in solchen Fällen auch innere Öhrchen (Tafel III, 6). Die vier Ecken der Innenseite laufen hier, sowie auch bei manchen Kreuzzellen und zahlreichen, unten beschriebenen Formen in Spitzen aus, so dass an den beiden inneren Querkanten charakteristische Ausrandungen entstehen (Tafel III, 5, 6).

Hantelzellen finden sich nur über Stereom, zwei einzige Arten (*Leptaspis conchifera* und *Pharus scaber* [Oryzeae]) ausgenommen.

Diese beiden Arten, deren bastförmige Epidermiszellen bereits im allgemeinen Teil beschrieben wurden, führen in ihren Streifen über Parenchym (auf der Unterseite viel reichlicher als oberseits) zwischen den in Bastfasern metamorphosierten Epidermiszellen Kieselkurzzellen, wie sie in Tafel III, 23—25; IV, 1, 2 abgebildet sind. Die Aussenseite zeigt den Umriss einer typischen Hantelzelle. Die Längsseiten convergieren blatteinwärts. Die Zellen sind höher als breit und stecken wie längsgestellte Keile in der Epidermis. Sie bilden bei beiden Arten reine Kurzzellreihen, bei *Pharus* für sich allein (Tafel III, 24, 25), bei *Leptaspis* zusammen mit Korkkurzzellen (Tafel IV, 1). Da die schmalen Innenflächen der *Pharus*-Kieselzellen von geraden Längskanten begrenzt werden, welche jederseits in einer Geraden liegen, bilden sie ein charakteristisches, hell durchschimmerndes Band (Tafel III, 25).

Die Knotenzellen leiten sich von den Hantelzellen dadurch ab, dass sich eine oder mehrere durch Einschnürungen getrennte Anschwellungen zwischen deren Endstücke einschieben. Je nach der Zahl der „Knoten" kann man drei- bis vielknopfige Knotenzellen unterscheiden (Tafel III, 13b, 14b, 18, 27; VI, 29ab; IX, 27, 28). Oft passen allerdings die beiderseitigen Buchten nicht genau aufeinander, sodass schlangenförmige Gestalten entstehen (Tafel III, 18b). Auch ganz unregelmässige Formen treten hier (sowie auch bei Hanteln und Kreuzen) gelegentlich auf (Tafel IX, 27). Solche Knotenzellen

können vielmal länger als breit werden und zahlreiche Langzellen desselben Streifens an Länge übertreffen (*Aplada*). Im feineren Bau können sie in ähnlicher Weise wie die Hantelzellen variieren. Doch habe ich bei den Knotenzellen die Zwischenstücke nie so lang und schmal gefunden wie bei den Hantelzellen mancher Arten.

Die Verbreitung dieses Typus innerhalb der verschiedenen Tribus ergiebt sich aus der folgenden Tabelle:

Panicoideae:				Poaeoideae:	
1. Maydeae . . .	100 %	5	Species	7. Phalarideae . .	33 %
2. Andropogoneae	94 %	17 von 18	„	8. Agrostideae . .	30 %
3. Zoysieae	66 %	4 „ 6	„	9. Aveneae . . .	12 %
4. Trigestineae . .	75 %	3 „ 4	„	10. Chlorideae . . .	25 %
5. Paniceae . . .	90 %	17 „ 19	„	11. Festuceae . . .	22 %
6. Oryzeae	30 %	3 „ 10	„	12. Hordeae . . .	—
				13. Bambuseae . .	10 %

Dieser Typus ist also bei den Panicoideen viel häufiger als bei den Poaeoideen. Hier sind es bloss je $^1/_{10}$ bis $^1/_3$ aller Arten, bei den fünf ersten Tribus der Panicoideen dagegen jedesmal über die Hälfte der geprüften Species, welche diesem Typus zugehören.

Typus II.

Sattelzellen.

Die Kieselzellen dieses Typus haben, von aussen gesehen, am meisten Ähnlichkeit mit einem Pferdesattel. Die Ähnlichkeit wird noch erhöht durch eine sanfte Einsattelung, welche bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägt ist und, in der Längsrichtung verlaufend, die vordere und hintere Ausrandung untereinander verbindet. Für diese Sorte von Zellen wurde daher der Ausdruck „Sattelzellen" gewählt.

In der Regel sind sie etwas quergestreckt (*Chloris, Tripogon, Phragmites, Arthrostylidium Chusquea, Bonia,* Tafel IV, 12, 13) oder annähernd isodiametrisch (*Microchloa, Dactyloctenium, Eleusine,* Tafel IV, 5, 14, 15). Zwischen den isodiametrischen finden sich regelmässig auch quergestreckte eingestreut und umgekehrt (Tafel IV, 9, 16, 17).

Deutlich längsgestreckte Sattelzellen sind selten vorherrschend: *Buchloë,* Randreihen des Mittelnervs von *Tragus racemosus* (Tafel IV, 6).

Die äusseren Längskanten springen vor als sanft auswärts convexe, schief seitwärts und aufwärts gerichtete Längsriefen (Tafel IV, 7, 8, 14, 15). Zwischen ihnen liegt die Einsattelung (Tafel IV, 8, 16c). Besonders schön sind die Formverhältnisse charakteristisch gestalteter Sattelzellen zu erkennen an den grossen Kieselzellen über dem Randbastbündel von *Tragus racemosus* (Tafel IV, 7). Auch die inneren Längskanten können in ähnlicher Weise vorspringen (*Microchloa* Tafel IV, 16bc).

Bei den schwach quergestreckten, isodiametrischen und längsgestreckten Sattelzellen sind gewöhnlich beide Querseiten eingebuchtet, bei stark quergestreckten Formen dagegen regelmässig oder häufig bloss die vordere (*Spartina, Zoysia pungens* H-B., Tafel IV, 12, 13). Die hintere Querseite verläuft dann unregelmässig quer oder ist auswärts convex. Die äusseren Querkanten sind bald scharf (Tafel IV, 5, 16), bald undeutlich, weil die Sattelgrube auf der Aussenseite vorn und hinten allmählich in die Querseiten ausläuft (Tafel IV, 14, 15).

Je nach der Orientierung der Seitenflächen lassen sich wieder die bekannten drei Fälle unterscheiden:

a. Seitenflächen annähernd vertical: *Tragus racemosus,* Blattfläche.

b. Zellen blatteinwärts verbreitert: *Dactyloctenium, Eleusine* (Tafel IV, 14, 15).

c. Zellen blatteinwärts verjüngt: *Eragrostis, Microchloa* (Tafel IV, 16).

Bisweilen findet man an einzelnen Stellen von Blättern dieses Typus Kieselkurzzellen, welche diesen Typus mit dem vorhergehenden verbinden. Sie sind entstanden, weil eine (!) oder beide Längsseiten in der Mitte sich eingebuchtet haben. Jenachdem die Zelle isodiametrisch oder längsgestreckt war, sind (halbseitige oder vollkommene) Kreuze oder Hanteln entstanden. Letztere haben stets scharf ausgerandete Querseiten (Tafel IV, 11, 16, 17). In der Regel treten solche Formen nur ausnahmsweise einzeln oder zu mehreren an vereinzelten Blattstellen auf, z. B. Kreuze bei *Zoysia,* Hanteln bei *Microchloa, Schoenefeldia, Oropetium.* Bei *Pappophorum Arechavaletae* und *Arundinella anomala* sind diese Übergangsformen, namentlich auch die bloss halbseitig entwickelten, über der ganzen Breite des Blattes häufig.

Verbreitung innerhalb der Tribus:

1. Maydeae	—			7. Phalarideae . . .	—		
2. Andropogoneae . .	—			8. Agrostideae . . .	3 %	1	von 33 Species
3. Zoysieae	33 %	2	von 6 Species	9. Aveneae	12 %	2	„ 16 „
4. Trigestineae . . .	25 %	1	„ 4 „ (Typus I u. II gemischt)	10. Chlorideae . .	62 %	13	„ 21 „
				11. Festuceae . . .	9 %	4	„ 45 „
5. Paniceae	—			12. Hordeae	7 %	1	„ 15 „
6. Oryzeae	—			13. Bambuseae . .	80 %	8	„ 10 „

Die Kieselzellen des zweiten Typus haben, im Gegensatz zu denjenigen des ersten, ihr Hauptverbreitungsgebiet innerhalb der Gruppe der Poaeoideen. Sie kommen mit Ausnahme der Phalarideen hier in allen Tribus vor, am häufigsten bei den Chlorideen (⅔ aller untersuchten Arten) und bei den Bambuseen (⅘ aller untersuchten Arten).

Innerhalb der Gruppe der Panicoideen finden sich (unter 62 untersuchten Arten) bloss drei Species mit Sattelzellen, zwei Zoysieen *(Tragus, Zoysia)* und eine Trigestinee *(Arundinella anomala),* und nur bei *Tragus* sind die Sattelzellen typisch und ausschliesslich über dem ganzen Blatte verbreitet.

Typus III.

Reiszellen.

Die Kieselzellen dieses Typus haben die Gestalt querliegender Hantelzellen, deren Mittelstück von wechselnder Breite, aber stets kurz und deren Enderweiterungen (an den Längsseiten!) stets ausgerandet sind (Tafel V, 1—3, 13, 16 u. a.).

Da diese Zellen nur bei den Oryzeen, und zwar speciell beim Reis und einigen nah verwandten Gattungen, typisch ausgeprägt sich vorfinden, habe ich sie „Reiszellen" genannt.

Am Rande der Aussenseite erheben sich regelmässig vier Längsriefen, welche genau denjenigen entsprechen, welche schon für die Hantelzellen beschrieben wurden. Sie liegen aber hier an den Querkanten (Tafel V, 2, 3, 5—8).

Über dem Mittelstück sind die Zellen mehr oder weniger eingesattelt (Tafel V, 1, 2).

Blatteinwärts sind die Zellen

a. nicht merklich verschmälert oder verbreitert (Tafel V, 1, 4),

b. verbreitert (*Hygroryza*, Tafel V, 8).

Wie bei den Hantelzellen bisweilen, so laufen hier regelmässig die inneren Längskanten in stumpfe bis spitze Ecken aus.

Bei *Zizania*, *Zizaniopsis* und *Hygroryza* schwankt der Längsdurchmesser der Zellen beträchtlich (Tafel V, 16), bei Reis und *Leersia* (Tafel V, 13, 14) viel weniger (in ein und derselben Reihe).

In ähnlicher Weise, wie die Sattelzellen bei *Spartina* (Tafel IV, 13), so sind auch die Reiszellen bei *Zizaniopsis* nur kümmerlich entwickelt. Die meisten Kieselzellen dieser Art sind gleichsam breitgequetscht und besitzen einen unregelmässigen Umriss (Tafel V, 17, 18).

In Figur 10 und 11, Tafel V, finden sich einige Anomalien abgebildet, welche beim Piemontreis beobachtet wurden. a und b, Figur 10, zeigen Fälle, wo zwei Reiszellen direct aneinanderstossen, während sie sonst regelmässig durch Zwischenzellen getrennt werden (Figur 13). In Figur 11 stossen drei inhaltsverkieselte Kurzzellen aneinander, aber nur die beiden äusseren sind ächte Reiszellen, die mittlere ist eine im Lumen verkieselte Zwischenzelle. Die Figuren 10 e, f, d illustrieren Fälle, wo Kurzzellen sich nachträglich in zwei nebeneinander liegende Tochterzellen geteilt haben, deren Querdurchmesser der halben Reihenbreite gleich ist oder sie um ein geringes übertrifft. Bald sind beide Tochterzellen (10 e), bald nur die eine (10 f) inhaltsverkieselt.*) Dieser Teilungsmodus entspricht demjenigen, welcher bei der Bildung der beiden Schliesszellen aus der Spaltöffnungsmutterzelle stattfindet und bietet ein neues Beispiel der Wechselbeziehungen zwischen Kurzzellen und Stomata. Die Längsteilung der Kurzzellen erscheint unter diesem Gesichtspunkt als Rückschlag und stützt die Ansicht Pfitzers, dass die Kurzzellen auf früher Entwickelungsstufe stehengebliebene Spaltöffnungen darstellen. Solche längsgeteilte Kurzzellen wurden nur beim Reis beobachtet.

Die Panicee *Isachne arundinacea* besitzt Kieselkurzzellen, welche den Reiszellen ausserordentlich ähnlich sind (Tafel V, 21). Sie sind aber nur schwach quergestreckt oder sogar isodiametrisch und im letzteren Fall Kieselkreuzen viel ähnlicher (Tafel V, 19). Auch sind sie verhältnismässig höher als echte Reiszellen (wie ein Vergleich der Querschnitte Tafel V, 1, 6 mit Tafel V, 20 ergiebt) und alternieren mit ächten Korkkurzzellen statt mit Zwischenzellen.

Auch die Kieselkurzzellen von *Eriachne chinensis* (Tafel VI, 16) erinnern einigermassen an den Reiszellentypus.

Typisch entwickelt habe ich diese Sorte von Kieselkurzzellen nur innerhalb der Tribus der Oryzeen gefunden:

Reiszellen.	Keine Reiszellen.
Zizaniopsis	*Pharus*
Zizania	*Leptaspis*
Oryza	*Luziola*
Leersia (zwei Species)	*Lygeum*
Hygroryza	

*) Auch in den Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite von *Festuca spadicea* beobachtete ich mehrmals, dass eine hinter einer Spaltöffnung liegende Korkkurzzelle durch eine Längswand sich geteilt hatte (Tafel V, 12).

Typus IV.

Kreis- und Ellipsenzellen.

Die Zellen dieses Typus haben eine querelliptische, kreisrunde oder längselliptische Aussenseite. Die Innenseite ist ähnlich gestaltet und gleichgross oder kleiner.

Die Zellen haben daher die Form kurzer Cylinder, runder oder elliptischer Scheiben oder abgestumpfter, blatteinwärts verjüngter Kegel mit kreisrunden oder elliptischen Grundflächen.

Figur 22—24, Tafel V, stellen solche Zellen aus der Unterseite des Blattes von *Lygeum Spartum* dar. Figur 23 zeigt die Flächenansicht in stark lichtbrechenden Medien und bei Einstellung auf das äussere Niveau der Epidermis. Die dunkeln Ringe, welche der Contur der Aussenseite annähernd parallel laufen, habe keine Beziehung zum Relief derselben, sondern sind lediglich eine Folge der Ablenkung der Lichtstrahlen innerhalb einer ringförmigen Zone der Seitenfläche, welche die stark conisch verjüngte, äussere Zellpartie mit der cylindrischen, inneren verbindet. Die Aussenseite ist schwach querelliptisch, kreisrund oder längselliptisch, letzteres bloss über der Mitte der Bastrippen. Die Innenseite ist ähnlich geformt, aber im Vergleich zur Aussenseite gewöhnlich etwas quergestreckt. Unmittelbar unter der Aussenseite sind die Zellen stark eingezogen. Der untere Teil bildet einen häufig etwas plattgedrückten Cylinder und verbreitert sich bisweilen blatteinwärts wieder (Tafel V, 22). Die Einkerbungen an der Innenseite (Tafel V, 22b) sind die Eindrücke der subepidermalen Bastzellen.

Je mehr man sich von der Mitte eines Streifens über Bast dem Rande desselben nähert, um so mehr werden die Zellen von vorn und hinten zusammengedrückt, während die Aussenseite rundlich bleibt. Dieser Schrumpfungsprozess ist über dem Assimilationsgewebe am weitesten gediehen. Die Kieselzellen sind hier keilförmig geworden und die blatteinwärts gekehrte Schneide des Keils projiciert sich als querliegender Strich auf die kreisrunde Aussenseite (Tafel XI, 25). Ähnliche Kieselzellen bilden bei *Festuca punctoria* über Bast die Regel.

Die Figuren 26 und 27, Tafel V, zeigen Seitenansichten der zapfenförmigen, im Flächenschnitt rundlichen Kieselzellen von *Nardus stricta*. Auf Zusatz von Kalilösung werden dieselben durch die aufquellenden Bastfasern herausgestossen und wird zugleich die Cuticula der nächsten Umgebung abgehoben.

Bei manchen Arten *(Ventenata, Catapodium)* finden sich zwischen den typischen Kreis- und Ellipsenzellen auch solche mit unregelmässigeren, etwas eckigen oder an den Längsseiten schwach welligen Conturen, ähnlich z. B. Tafel V, 31c. Solche Formen leiten zum nächstfolgenden fünften Typus über. Überhaupt sind die drei ersten Typen viel besser gegeneinander abgegrenzt, als der vierte gegen den fünften.

Aber auch zum Hanteltypus zeigen die Kreis- und Ellipsenzellen Beziehungen. Unter sechs standortsverschiedenen Nardusblättern (siehe Artenverzeichnis) führte eines nebst Kreiszellen auch zahlreiche Hantelzellen. Die übrigen fünf zeigten alle den Typus IV rein ausgeprägt. Sie bilden zusammen mit den drei Nubien, Japan und dem Piemont entstammenden, in der Kieselzellform nicht variierenden Reisblättern ein gewichtiges Zeugnis für die Constanz dieser Typen.

Verbreitung innerhalb der Tribus:

Panicoideen:			Poaeoideen:		
1. Maydeae . . .	—		7. Phalarideae	—	
2. Andropogoneae	—		8. Agrostideae	9 %	3 von 33 Species
3. Zoysieae . . .	—		9. Aveneae .	19 %	3 von 16 Species
4. Trigestineae .	—		10. Chlorideae .	—	
5. Paniceae. . .	—		11 Festuceae .	20 %	9 von 45 Species
6. Oryzeae . . .	10 %	1 von 10 Species	12. Hordeae . .	20 %	
			13. Bambuseae .	—	

Dieser Typus hat eine grössere Verbreitung als der dritte, aber eine geringere als der erste und zweite. Innerhalb der Gruppe der Panicoideen fand er sich bloss bei *Lygeum Spartum*. In der Abteilung der Poaeoideen fehlt er den tropischen Tribus der Chlorideen und Bambuseen und findet sich bei 10 bis 20 Procent aller Arten der übrigen Tribus.

Der Vergleich der Arten dieses Typus ergiebt, dass es hauptsächlich derbe, flache oder borstliche Blätter sind, welche beiderseits *(Arena pratensis)* oder bloss unterseits *(Lygeum Spartum,* Tafel V, 23, 31, *Nardus, Festuca punctoria)* Kreis- und Ovalzellen führen. Oberseits finden sich im letztern Fall nicht selten (z. B. bei *Lygeum Spartum*) Kieselzellen des folgenden (fünften) Typus. (Kieselzellen der drei ersten Typen können sich nie auf den beiden Blattseiten wechselseitig vertreten.)

Typus V.

Stäbchen- und Plättchenzellen.

Die Zellen dieses Typus zeichnen sich vor denjenigen aller übrigen Typen dadurch aus, dass sie keine charakteristische, constant wiederkehrende Gestalt besitzen. Sie sind viereckig (Tafel V, 31 a b) oder vorn und hinten etwas abgerundet (Tafel V, 31 c), meist zwei- bis dreimal so lang als breit (Tafel V, 28; VI, 1), seltener vielmal länger als breit (Cornucopiae, *Gastridium, Cynosurus*), glattwandig (Tafel V, 28) oder wellig (Tafel V, 31, *Antinoria, Agrostis*). Sie haben die Form parallelopipedischer Stäbchen oder Plättchen und nähern sich in der Gestalt, oft auch in der Grösse, unter allen Kieselkurzzellen am meisten den rectangulären Langzellen. Sie unterscheiden sich aber von diesen immer noch durch die dünneren Membranen, gewöhnlich auch von inhaltsverkieselten Langzellen durch geringere Zahl und schärfere Localisierung der Bläschen.

Verbreitung innerhalb der Tribus:

Panicoideae:			Poaeoideae:		
1. Maydeae . . .	—		7. Phalarideae	59 %	4 von 7 Species
2. Andropogoneae	—		8. Agrostideae	30 %	9 „ 33 „
3. Zoysieae . . .	—		9. Aveneae .	38 %	6 „ 16 „
4. Trigestineae .	—		10. Chlorideae .	5 %	1 „ 21 „
5. Paniceae. . .	—		11. Festuceae .	33 %	15 „ 45 „
6. Oryzeae . . .	10 %	1 von 10 Species	12. Hordeae .	50 %	8 „ 15 „
			13. Bambuseae.	—	

Aus der obigen Tabelle geht hervor, dass dieser Typus in denjenigen fünf Tribus der Poaeoideen, welche die Gräser unserer gemässigten Zone enthalten, seine Hauptverbreitung hat. In der That bestehen die vierundvierzig Arten dieses Typus zur Hälfte aus Gräsern unserer Wiesen und Wälder und zwar aus dem Gros der überhaupt untersuchten Arten solcher Standorte. In der Regel führen diese letztgenannten Species hexagonale, glattwandige oder nur minim gewellte Langzellen. Nichtsdestoweniger können dazwischen Kieselkurzzellen vorkommen, welche im Gegensatz zu jenen deutlich wellige Conturen besitzen *(Agrostis)*.

B. Nebentypen.

(Nur bei je einer bis zwei Arten beobachtet.)

Typus VI.

a. *Isachne australis* (Tafel VI, 2, 3). Wie die Reiszellen quergestellte Hantelzellen sind, so sind die Kieselzellen von *Isachne australis* quergestellte Sattelzellen. Die Einsattelung der Aussenseite verläuft also hier quer hinüber und die den erhöhten Sattellehnen entsprechenden Kanten sind hier die (äussern) Querkanten. Die Querseiten divergieren blatteinwärts, die Zellen erscheinen im Längsschnitt gegen die Innenseite verbreitert (Tafel VI, 3).

b. *Arundinella avenacea*, Oberseite (Tafel VI, 14, 15). Die Kieselzellen dieser Art sind den vorhergehenden ähnlich, nur ist die Einsenkung der Aussenseite seichter und deren Umriss weniger prägnant.

Typus VII.

Amphicarpum Purshii, Streifen über dem Bastbündel des Blattrandes. Die Kieselzellen von *Amphicarpum Purshii* haben in dem Streifen über Bast am Blattrande eine ganz andere Form und Grösse, als in den entsprechenden Streifen der Blattfläche und des Mittelnervs. (Vergl. auf Tafel VI die Figuren 4 und 6 mit 5 und 7.) Hier typische Hanteln, dort kantige, isodiametrische Körper, welche in ihrer Form abgestumpften, auswärts verjüngten Pyramiden noch am meisten sich nähern und welche an Masse die Hantelzellen mehrmals übertreffen. Sie erinnern in der Flächen- und Längsansicht bisweilen an blatteinwärts verbreiterte Sattelzellen. Doch sind die Conturen der Aussenseite gewöhnlich unregelmässig eckig-wellig und entsprechen scharfen Rändern, welche vorn oder hinten oder beiderseits unterbrochen sind. Die stumpfen Ecken, welche an den innern Querkanten vorspringen, sind die Endpunkte von Längskanten, welche den Zellgrenzen der anliegenden Bastfasern entsprechen und in Figur 6, Tafel VI, im Querschnitt sichtbar sind.

Die Doppelconturierung der Aussenseite rührt her von Dichtigkeitsdifferenzen in der Kieselmasse. Die in den Querschnittsfiguren 4—6 (Tafel XII) in die Kieselkörper eingezeichneten Linien sind durchschimmernde Kanten und Ecken.

Typus VIII.

a. *Pogonatherum crinitum* (Tafel VI, 8—12) und *Arundinella avenacea*, Unterseite (Tafel VI, 13). Die Kieselzelen sind quadratische bis längsgestreckte, rectanguläre Plättchen. Die äussern Längs- und Quer-

kanten sind schwach eingebuchtet und stossen unter spitzen Winkeln in vier auswärts vorspringenden Ecken zusammen. Auch die Quer- und Längsseiten stossen in vier scharfen Kanten zusammen, welche gemeinsam mit den äussern Längs- und Querkanten vier dreikantige Spitzen (die oben erwähnten Ecken) bilden (Tafel VI, 10). Die Zellen sind regelmässig längs den Querseiten, bisweilen auch den Längsseiten entlang verbreitert.

b. *Eriachne chinensis,* Unterseite (Tafel VI, 16). Die Kieselkurzzellen dieser Art sind denjenigen der vorhergehenden zwei Arten ähnlich, aber regelmässig quergestreckt.

Typus IX.

a. *Schedonnardus texanus,* Unterseite (Tafel VI, 17, 18). Die Kieselzellen sind quergestreckt oder quadratisch und haben angenähert die Form rectangulärer Parallelopipeda.

b. *Tripogon filiformis,* Unterseite (Tafel IV, 18). Die Kieselzellen halten die Mitte zwischen denjenigen von *Schedonnardus* und stark quergestreckten Sattelzellen.

Typus X.

Phleum Michelii (Tafel VI, 15). Die Kieselzellen sind quadratisch und tragen über der Mitte der Aussenseite eine, wie das übrige Lumen, solid verkieselte Papille.

Phleum Michelii ist die einzige unter allen untersuchten Arten, deren Kieselkurzzellen Papillen tragen.

(Bei *Aeluropus littoralis* fanden sich in den Streifen über Parenchym ab und zu solid verkieselte, papillentragende Kurzzellen, ausserdem aber zahlreiche gleichgestaltete, nicht inhaltsverkieselte Zellen, sodass hier jedenfalls keine ächten Kieselkurzzellen vorliegen.)

Kieselkurzzellen über Assimilationsgewebe.

Mit Bezug auf die Zahl und Gestalt der über assimilierendem Gewebe liegenden Kieselkurzzellen lassen sich drei Fälle unterscheiden:

a. Sie fehlen vollständig: Einheimische Wiesengräser.

b. Sie sind vorhanden, bald reichlich, bald spärlich, immer aber, im Vergleich zu den Kieselzellen der Baststreifen, kümmerlich entwickelt, gewöhnlich stark quergestreckt, blatteinwärts keilförmig verschmälert. Dieser Fall tritt bei den Arten, welche überhaupt über Assimilationsgewebe Kieselkurzzellen führen, am häufigsten auf. Die mehr oder weniger unregelmässige Contur der Aussenseite erinnert häufig an den Umriss der Kieselzellen über Bast.

Kreuze und Hanteln der Baststreifen entsprechen in den Parenchymstreifen Formen, wie die in Tafel VI, 20, 21a—c, 23, 31a dargestellten, den Sattelzellen solche wie in Tafel IV, 13, den Reiszellen solche wie in Tafel V, 17, den Kreis- und Ovalzellen solche wie die in Tafel VI, 30a abgebildeten oder quer ovale Zellen *(Catapodium).*

Bei *Arundinella anomala* sind die Kieselkurzzellen über Parenchym im äussern Niveau der Epidermis meist charakteristisch zweiknopfig (ähnlich Tafel VI, 23a), auch verhältnismässig zahlreich; bei *Zizania* sind sie äusserst schmal, „querstrichförmig".

Bald reichen die Zellen bis zum innern Niveau der Epidermis (Tafel VI, 25), bald erreichen sie dasselbe nicht. Im extremsten Falle bilden sie bloss noch kleine, der Epidermis oberflächlich aufgelagerte Schüppchen (Tafel VI, 24). Die Mächtigkeit der Kieselzellen kann in demselben Epidermisstreifen stark variieren.

Auch über Bast nehmen die Kieselkurzzellen, wenn sie sehr kurz (zwei- bis mehrmals breiter als lang) werden, die Gestalt der oben beschriebenen Formen an (*Andropogon Gryllus, Zizaniopsis, Spartina, Festuca punctoria*).

c. Die Kieselkurzzellen sind auch in den Streifen über Parenchym gut entwickelt, charakteristisch gestaltet und reichlich vorhanden. Dieser Fall ist relativ selten. Man kann folgende Hauptformen unterscheiden:

1. Kreuzzellen.

Andropogon Gryllus (Tafel VI, 26, 26a). Die Kreuze stimmen in der Form überein mit den in Streifen über Bast allgemein verbreiteten, sind aber niedriger als die Langzellen. Sie sind regelmässig mit Korkkurzzellen gepaart. (Ähnliche Kreuze führen *Coix, Polytocca, Lophaterum.*)

Ichnanthus pallens (Tafel VI, 27—29). Die Arme der Kreuze sind wellig conturiert und lamellös ausgezogen. Die Zellen sind blatteinwärts stark verjüngt, so hoch wie die Langzellen und nur ausnahmsweise mit Korkkurzzellen gepaart.

2. Olyrazellen.

Olyra latifolia (Tafel VI, 35; IX, 1). Die Kieselkurzzellen über Parenchym sind schon durch ihre bedeutende Grösse ausgezeichnet. Sie sind durchschnittlich 20 μ lang und 46 μ breit und übertreffen an Masse nicht nur die „Parenchymkieselzellen" aller übrigen Arten, sondern auch die Kieselkreuze der Streifen über Bast auf demselben Blatte. Ihre Form ergiebt sich aus Tafel VI, 35. Die Ausbuchtungen der äussern Querkanten bilden seitlich vorspringende Öhrchen. Sie sind gleich hoch wie die übrigen Epidermiszellen (der Streifen über Parenchym). Über der Mitte der Innenseite erhebt sich meistens ein stachelförmiger Fortsatz mit rhombischer Grundfläche, welcher zwischen vier aneinander und an die Kieselzelle angrenzende Assimilationszellen hineinragt. Einen ähnlichen Fortsatz tragen die entsprechenden Kieselzellen von *Luziola* und *Hygroryza* (Tafel VI, 34).

3. Stachelzellen.

Aegopogon pusillus (Tafel VI, 37). Die Zoysiee *Aegopogon pusillus* führt in den Blasenzellstreifen der Oberseite, sowie in den Streifen über Parenchym auf beiden Blattseiten zahlreiche isolierte, meist quergestreckte Kieselzellen, welche zahlreiche, seitlich und abwärts gerichtete, oft haarscharf zugeschärfte Ecken und Kanten besitzen und namentlich in schiefer Seitenansicht oft eine frappante Ähnlichkeit mit Krystalldrusen haben.

Die „Kieselkurzzellen" von *Luziola* und *Hygroryza* zeigen in schiefer Ansicht ähnliche Bilder. Bei *Hygroryza* fällt häufig ein langer, dolchförmiger, blatteinwärts gewendeter Fortsatz besonders in die Augen.

Beim Anblick solcher Gestalten, welche wie Fussangeln über dem zarten, assimilierenden Mesophyll verstreut liegen, drängt sich ohne weiteres die Vermutung auf, dieselben möchten in ähnlicher Weise etwa, wie die Raphidenbündel gewisser schleimiger Monokotylenblätter, gegen die Angriffe tierischer Feinde (Schnecken!) als mechanisches Schutzmittel eine Rolle spielen.

4. Die Kieselkurzzellen der Streifen über Parenchym bei *Pharus scaber* und *Leptaspis conchifera*

(Tafel III, 23—25; IV, 1, 2).

Die Kieselzellen dieser beiden Oryzeen wurden bereits im Anschluss an die Hantelzellen des ersten Typus beschrieben. In der Regel haben sie auch nach Form und Anordnung ganz den Charakter von Kieselkurzzellen über Bast. Derselbe Einfluss, den sonst das subepidermale Bastgewebe auf die Formbildung der Kieselkurzzellen ausübt, geht hier offenbar aus von den seitlich den Kieselzellen angelagerten, bastförmigen Epidermiszellen.

2. Korkkurzzellen.

Die Korkkurzzellen sind nur ausnahmsweise im Lumen verkieselt, immer dünnwandig, gewöhnlich dünnwandiger als die angrenzenden Langzellen (Tafel VII, 1, 6). Je dickwandiger diese letzteren sind, um so auffallender wird der Unterschied. Bei den grossen Korkkurzzellen von *Hierochloa alpina* ist die Aussenwand etwas verdickt, aber immer noch dünner als die Aussenwand der Langzellen (Tafel VII, 4a).

An den mit dem Schulze'schen Gemisch freipräparierten Epidermen erscheinen diese Kurzzellen (in Wasser) dunkler als die Langzellen und zeigen jene scharfen, dunklen Umrisse, welche stark verkorkten oder cuticularisierten, mit dem Macerationsgemisch behandelten Membranen eigentümlich sind. Auf Chlorzinkjodzusatz färben sich die Aussenwände, sowie die Seitenwände oder die äusseren Partieen der letzteren gelb bis gelbbraun. Da die Kieselkurzzellen hierbei farblos bleiben, die Langzellen dagegen in ihren inneren Schichten sich bläuen, heben die drei Zellsorten in der Flächenansicht sich scharf von einander ab.

Gegen Schwefelsäure, Chromsäure, Kupferoxydammoniak, Schulzes Macerationsgemisch sind die Korkkurzzellen (wenigstens ihre Aussenwände und äusseren Teile der Seitenwände) äusserst resistent. Sie bleiben darin, ohne wesentliche Formveränderung, erhalten, auch dann, wenn die Langzellen (nach vorgängiger Behandlung mit Flussäure) bis zur Formlosigkeit aufgequollen oder grösstenteils gelöst sind (*Nardus*). Sie führen sehr häufig Reste von organischem Inhalt.

Bezugnehmend auf die chemische Beschaffenheit der Membran, habe ich die Kurzzellen dieser Gattung Korkkurzzellen („Korkzellen") genannt. Sie sind bei den Gräsern ebenso allgemein verbreitet, wie die Kieselkurzzellen. Bisweilen sind sie allerdings leicht zu übersehen, weil sie (auch an macerierten Membranen) nur wenig dunkler oder gleichgefärbt erscheinen wie die Langzellen, oder weil sie über der

Blattfläche nur sehr spärlich vorhanden sind. In solchen Fällen fand ich sie regelmässig am Blattrande gut entwickelt. (Bei *Pogonatherum crinitum* fehlten sie in den Flächennerven und waren vorhanden über den Baststrängen des Mittelnervs und des Blattrandes.) In zweifelhaften Fällen kann man ausserdem durch Chlorzinkjod sich Gewissheit verschaffen.

Die Korkkurzzellen zeigen bei weitem nicht jenen Reichtum an Gestalten, wie er für die Gruppe der Kieselkurzzellen charakteristisch ist. Wie diese, sind sie gewöhnlich so breit oder etwas breiter als die Langzellen derselben Reihe, über Assimilationsgewebe quergestreckt bis isodiametrisch (Tafel VI, 4; V, 21; VII, 13, 14; IX, 1), über Bast gleichgestaltet oder zwei- bis dreimal so lang als breit (Tafel VII, 11). Die quergestreckten Korkkurzzellen besitzen wie die Kieselzellen oft blatteinwärts convergierende Querwände (Tafel VI, 24).

Kiesel- und Korkkurzzellen kommen gewöhnlich zusammen vor, Paare oder Reihen bildend. Es ist nun hervorzuheben, dass zwischen der Länge der Kieselzellen und der Länge der anstossenden Korkzellen durchaus kein constantes Verhältnis besteht. Quergestreckte Kieselzellen sind zwar regelmässig mit quergestreckten Korkzellen gepaart (Tafel V, 12, 14; VII, 18b; IX, 1) (für Reihen trifft dies nicht zu), quadratische und längsgestreckte Kieselzellen können dagegen ebensogut mit quergestreckten, wie mit isodiametrischen und längsgestreckten Korkkurzzellen sich paaren oder zu Reihen verbinden (Tafel IV, 3, 9, 10; VII, 14c, d, e).

In einigen wenigen Fällen existiert eine gewisse Gesetzmässigkeit. In der Epidermis von *Pectinaria* (Tafel VI, 31), *Trachypogon*, *Tricholaena* (Laubtriebblatt) wechseln in den Streifen über Bast auf längere Strecken Hantelzellen regelmässig mit quergestreckten Korkkurzzellen. Diese quellen oft seitlich zwischen den Hanteln hervor, gleichsam einem longitudinal wirkenden Druck nachgebend. Bei *Reimaria, Saccharum, Arthraxon, Erianthus, Tristachya* (Tafel III, 26) sind die Korkkurzzellen unter denselben Verhältnissen regelmässig längsgestreckt, durchschnittlich ungefähr von der Länge der Hanteln.

In den Streifen über Bast auf der Unterseite von *Lygeum* entsprechen den längeren Kieselzellen in der Mitte der Streifen regelmässig auch längere Korkzellen; auf der Unterseite des Blattes von *Aplada* sind im Randbaststreifen die Korkzellen regelmässig so lang, wie die mit ihnen gepaarten, ungleich langen Kieselzellen.

Regelmässig quergestreckt sind die Korkkurzzellen der Blattoberseite von *Themeda* (Tafel VII, 13) und über Parenchym auf der Blattunterseite von *Sesleria* (Tafel VII, 14); meist quadratisch über dem Bastband der Oberseite des Mittelnervs von *Saccharum* (Tafel XVIII, 3); meist längsgestreckt über dem oberen Medianstreifen von *Spodiopogon*, über dem unteren von *Erianthus I*, in allen Streifen über Bast bei *Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12).

In der Flächenansicht sind die Korkzellen über Bast gewöhnlich rectangulär. Da ihre Membranen sich nicht im gleichen Masse wie diejenigen der anstossenden Langzellen verdicken, zeigen sie eine sanftere Wellung als jene (Tafel VII, 6).

Über Assimilationsgewebe haben sie im allgemeinen unregelmässigere Umrisse. Während die Langzellen regelmässig im Bereich der Querwände gar nicht oder nur schwach gewellt sind, sind die Korkzellen häufig ringsum gleich stark gewellt (*Eriochloa* [Tafel VII, 5], *Stenotaphrum, Pectinaria, Anthaenantia*). Bei *Anthaenantia* finden sich über Parenchym alle Übergänge von schwach- zu starkwelligen Korkzellen.

Wenn die Kieselzellen schmäler sind, als die Langzellen derselben Reihe, werden sie von den anliegenden, breiteren Korkzellen von hinten her umfasst und diese letzteren erscheinen infolgedessen halbmondförmig (Tafel VI, 30a, 31).

Bei *Zoysia* und *Tragus* tragen die Korkkurzzellen ausnahmsweise, bei *Spartina*, *Dichelachne*, *Nardurus* regelmässig eine bis mehrere Papillen.

3. Zwischenzellen.

Bei Reis, *Leersia* und *Hygroryza* alternieren in den reinen Kurzzellreihen über Bast die quergestreckten Kieselkurzzellen regelmässig mit Kurzzellen von ungefähr gleichen Dimensionen, deren Lumen normaler Weise nicht verkieselt ist, deren Membranen dünner sind als diejenigen der Langzellen, nach der Maceration nicht dunkler erscheinen als die übrigen Epidermiszellen und auf Chlorzinkjodzusatz sich nicht gelb, sondern blau färben. Weil sie regelmässig zwischen Reiszellen liegen, habe ich sie „Zwischenzellen" genannt. Ihre Form ergiebt sich aus derjenigen der Reiszellen. Sie sind in gewissem Sinne ihr Negativ (Tafel V, 8, 15a, b). Diejenigen von *Hygroryza* tragen zahlreiche Cuticularwärzchen. Feste organische Inhaltsreste wurden nicht beobachtet.

Bei den meisten Arten stösst man ab und zu auf eine Kurzzelle, welche nach der Gestalt und topographischen Lage durchaus als Korkkurzzelle oder als Zwischenzelle angesprochen werden muss, deren Lumen aber gleich demjenigen der Kieselkurzzellen solid verkieselt ist (Tafel V, 15a, 21a).

Topographie.

1. Allgemeines.

Sieht man ab von den Spaltöffnungs- und Blasenzellstreifen, dann ist die übrige Epidermis in der Regel mit Kurzzellen ausgestattet.

Dieselben sind

a. isoliert, d. h. eine Kurzzelle liegt zwischen zwei Langzellen derselben Reihe (Tafel VI, 29; VII, 10),

b. gepaart, d. h. zwei Kurzzellen liegen zwischen zwei Langzellen derselben Reihe (Tafel VII, 14; IX, 1),

c. in Gruppen vereinigt, d. h. je drei bis vier (selten mehr) Kurzzellen liegen zwischen zwei Langzellen derselben Reihe (Tafel VII, 14c, e, 13),

d. in Reihen geordnet, d. h. sie bilden Längsreihen von variabler Länge (Tafel III, 24, 26; VII, 11).

Korkkurzzellen kommen häufig, Kieselkurzzellen selten *(Ichnanthus, Apluda, Manisuris)* in grösserer Menge isoliert nebeneinander vor. Dagegen sind gewöhnlich isolierte Kieselzellen spärlich zwischen die mit Korkzellen verbundenen eingestreut.

Die Kurzzellpaare, -Gruppen und -Reihen sind meist „gemischt", d. h. aus Kork- und Kieselkurzzellen zugleich zusammengesetzt (Tafel IX, 1, Streifen über Parenchym; Tafel III, 26; IV, 3, 4; VII, 14c, e), seltener „rein", d. h. von lauter Kork- oder von lauter Kieselkurzzellen gebildet (Tafel VI, 29; VII, 11, 13).

In gemischten Paaren ist regelmässig die vordere Zelle eine Kieselzelle, die hintere eine Korkzelle (Tafel I; IV, 10; V, 14, 17). In gemischten Gruppen ist die vorderste Zelle ebenfalls eine Kieselzelle, die hinterste bald eine Kork-, bald eine Kieselzelle (Tafel VII, 14c, e, 18). (Ein 7 mm langes Stück eines 11 Reihen breiten Streifens über Bast von *Polytoca* enthielt 44 gemischte, meist dreizählige Gruppen, deren vorderste Zelle ausnahmslos eine Kieselzelle war.)

In den Streifen über Parenchym wird bei einigen Arten die vorderste Zelle der Kurzzellpaare oder -Gruppen regelmässig ersetzt durch ein Stachelhärchen (*Ampelodesmos, Gastridium, Elymus arenarius, Festuca punctoria,* Tafel VII, 13; vergl. auch Tafel VII, 14, drittäusserste Reihe links), seltener durch eine Spaltöffnung (*Festuca punctoria,* Tafel VII, 13; vergl. auch Figur 15g). (Damit harmoniert die Thatsache, dass in denjenigen Epidermisstreifen, welche reine Kurzzellreihen enthalten, die Stachelhärchen nur in diesen Reihen auftreten.)

In längeren, gemischten Kurzzellreihen wechselt bisweilen sehr regelmässig je eine Kieselkurzzelle mit einer Korkkurzzelle (Tafel III, 26; IV, 9). Häufiger alterniert je eine Kieselkurzzelle mit einer bis drei, selten mehreren Korkkurzzellen (Tafel IV, 3, 4) oder es folgen stellenweise zwei bis mehrere Kieselkurzzellen direct aufeinander. So entstehen schliesslich Übergänge zu reinen Kork- oder Kieselzellreihen.

Beide Reihensorten sind im Verhältnis zu den „gemischten" Kurzzellreihen selten.

Reine Kieselkurzzellreihen sind immerhin noch häufiger. Über Parenchym bei *Pharus,* in den secundären Streifen über Bast bei *Oplismenus,* über Bast auf der Blattunterseite von *Spodiopogon.* Die breiteren Streifen über Bast zeigen bei *Pharus* und *Oplismenus* in ihren gemischten Kurzzellreihen häufig Übergänge von der normalen Alternanz zu reinen Kieselkurzzellstrecken von variabler Länge.

Reine Korkkurzzellreihen fand ich typisch entwickelt nur bei *Festuca spadicea* (Tafel VII, 11). Übergangsstadien dazu fanden sich z. B. bei *Erianthus,* wo die gemischten Kurzzellreihen bisweilen in kurze, reine Korkzellstrecken übergingen.

Nach der Anordnung der Kurzzellen in den verschiedenen Streifen der Epidermis lassen sich drei Hauptfälle unterscheiden:

Typus I. Zerstreute Ordnung ohne Reihendifferenzierung. Über Bast und Assimilationsgewebe (Tafel V, 17, 14mf; VI, 4; VII, 10, 13, 14; IX, 1b; XII, 3; XVIII, 1, 3, 4).

Isolierte oder gepaarte oder in Gruppen vereinigte Kurzzellen wechseln in allen Reihen (eines bestimmten Streifens) in gleicher Weise mit Langzellen. Je nach der Länge der letzteren stehen die

Kurzzellen mehr oder weniger dicht. Dieser Typus herrscht regelmässig in den Streifen über Parenchym. In den Streifen über Bast ist er seltener als der unten zu beschreibende, dritte Typus.

Typus II. Zerstreute Ordnung. Differenzierung in kurzzellreiche und kurzzellarme (bis kurzzellfreie) Langzellreihen. Nur über Bast (Tafel I).

Bei gewissen Arten sind die Streifen über Bast ebenfalls gleichmässig mit Kurzzellen übersät und die Paare oder wenigzelligen Gruppen derselben werden regelmässig durch Langzellen geschieden. Bei genauerem Zusehen ergiebt sich aber, dass sich zwischen die kurzzellhaltigen Reihen „leere" Reihen einschieben, welche Kurzzellen gar nicht oder nur in längeren Zwischenräumen enthalten (Tafel I). Eine kurzzellhaltige Reihe wird oft plötzlich oder allmählich zu einer „leeren"; dann ändern sich in der Regel die angrenzenden, kurzzellfreien Reihen im entgegengesetzten Sinne.

Bisweilen rücken in den kurzzellreichen Reihen die Kurzzellen streckenweise zu reinen Kurzzellreihen zusammen (Übergang zum folgenden Typus III), oder es treten in bestimmten Bezirken des Streifens auch in den „leeren" Reihen zwischen den Langzellen regelmässig Kurzzellen auf (Übergang in den Typus I).

Besonders rein ausgeprägt fand sich Typus II bei *Nardus*-Exemplaren verschiedener Provenienz (allerdings nicht bei allen zur Untersuchung gelangten), stellenweise vicarisierend für Typus III bei zahlreichen Arten.

Typus III. Differenzierung in reine Lang- und reine Kurzzellreihen. Bloss über Bast (Tafel III, 24, 26, 27; IV, 1, 3, 5, 9; V, 13, 14rf, 21, 28; VI, 29; VII, 11).

Über Bast tritt von allen drei Typen dieser weitaus am häufigsten auf. Je eine Kurzzellreihe wechselt mit einer bis zwei Langzellreihen. Nicht selten erfahren solche Streifen stellenweise eine Art Auflockerung, indem die Kieselzellen vorübergehend nach Typus II oder I sich ordnen. In breiten Streifen der Blattfläche, welche Kieselzellen des Hanteltypus führen, bemerkt man häufig, dass von den beiden Streifenrändern aus nach der Streifenmitte hin die Reihendifferenzierung schärfer und die Kurzzellen länger werden. Bei *Polytoca bracteata* z. B. herrschen in den secundären Streifen über der ganzen Breite mit Korkzellen gepaarte Kieselkreuze, welche angeordnet sind nach Typus II, der bisweilen in Typus I übergeht. In den breiteren, primären Streifen verhalten sich die Ränder ähnlich wie die secundären Streifen; in der Mitte dagegen liegt eine (bis mehrere) von reinen Langzellreihen begleitete, Hantelzellen führende, reine Kurzzellreihe.

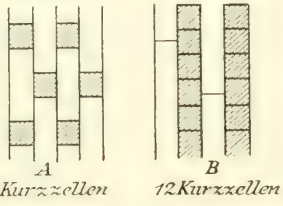
Schon im allgemeinen Teil wurde darauf hingewiesen, dass Kurz- und Langzellreihen nicht continuierlich von der Blattbasis zur Blattspitze nebeneinander herlaufen, sondern bald in längeren, bald in kürzeren Zwischenräumen zu Lang-, bezw. Kurzzellreihen werden (Tafel V, 13; VII, 11a, b) oder sich auskeilen, oder in ungleiche Tochterreihen spalten. Es findet so von Strecke zu Strecke gleichsam eine Seitwärtsverschiebung derselben, bald nach rechts, bald nach links, statt. Die Reihendifferenzierung und die regelmässige Alternanz beider Reihensorten bleibt aber trotzdem erhalten. Zwei reine Langzellreihen stossen zwar nicht selten auf längere Strecken aneinander, Kurzzellreihen nur auf ganz kurze Distanz, im Bereich ihrer sich übereinander schiebenden Enden.

Breite, nach Typus III gebaute Streifen haben oft die Tendenz, im Bereich ihres Mittelfeldes aller Kurzzellen sich zu entledigen, sodass dann kurzzellarme bis leere,

längere oder kürzere Mittelfeldstrecken mit kurzzellhaltigen (in der Längsrichtung) alternieren *(Erianthus japonicus I, Spodiopogon, Anthaenantia,* Reis, *Festuca spadicea).*

In seltenen Fällen werden in Streifen, welche im übrigen nach Typus III gebaut sind, auch die Langzellreihen zu reinen Kurzzellreihen, sodass bis sechs Reihen nebeneinander herlaufen, deren jede aus regelmässig alternierenden Kieselkurzzellen und Kork- bezw. Zwischenzellen besteht *(Manisuris, Isachne arundinacea,* Reis [Tafel V, 13]. *Hygroryza).* Dieser Anordnungsmodus herrscht aber immer nur sporadisch auf kurze Strecken innerhalb einzelner Streifen. Bei *Hygroryza* tritt er allerdings mit bemerkenswerter Häufigkeit auf.

An solchen Stellen hat die Anreicherung an Kurzzellen und speciell an Kieselkurzzellen den höchsten Grad erreicht, der überhaupt beobachtet wurde. Mehrere Reihen breite, ausschliesslich aus Kork- oder ausschliesslich aus Kieselkurzzellen bestehende Epidermiscomplexe habe ich nirgends angetroffen.



Man kann sich von der Entstehung dieser verschiedenen Verteilungsmodi eine Vorstellung machen, wenn man annimmt, die gleichmässig zerstreute Ordnung (Typus I) repräsentiere die ursprüngliche und älteste Anordnungsweise, und wenn man ferner berücksichtigt, dass nach Typus I gebaute Streifen pro Flächeneinheit viel weniger Kurzzellen enthalten als die nach Typus III zusammengesetzten. Erstere Annahme ist allerdings nicht zu beweisen, letzteres ergiebt sich aus einfachen, geometrischen Betrachtungen. (Vergl. die nebenstehenden, schematischen Figuren.) Figur A stellt zugleich annähernd das Dichtigkeitsmaximum nach Typus I angeordneter Kurzzellen dar.

Es erwies sich nun aus irgendwelchen Gründen (z. B. deshalb, weil die Kieselkurzzellen gegen feindliche Tiere einen wirksamen Schutz gewährten) die Anreicherung von Kurzzellen als vorteilhaft. In den Streifen über Parenchym und Blasenzellstreifen konnte dieselbe nicht gut Platz greifen, weil hier die freie Wassercirculation gehindert, dort die Spaltöffnungen verdrängt worden wären. Sie trat daher bloss über Bast auf. Hier wäre, wie man a priori annehmen muss, der höchste Grad der Entwickelung von Kurzzellen dann erreicht, wenn alle Reihen in reine Kurzzellreihen sich umgewandelt hätten. Thatsächlich ist aber diese Entwickelungsstufe nur äusserst selten innerhalb ganz kleiner Bezirke der Epidermis erreicht. Es würde offenbar eine allzu starke Schwächung der Festigkeit der Epidermis bedeuten, wenn die über den Bastmassen liegenden Streifen in lauter kleine, teils vollkommen spröde (Kieselkurzzellen), teils ganz dünnwandige (Kork- und Zwischenzellen) Zellchen zerstückelt würden. Es ist daher nicht nur zwischen den einzelnen Zellen, sondern auch unter den Zellreihen Arbeitsteilung eingetreten. Die Hälfte der Reihen eines Streifens hat sich der mechanischen Function einseitig angepasst, sie hat sich aller Kurzzellen entledigt und ihre Zellen sind lang und schmal, bisweilen geradezu bastzellförmig geworden. Die andere Hälfte der Reihen hat sich in lauter Kurzzellen aufgelöst. Die regelmässige Alternanz von Lang- und Kurzzellreihen erscheint jetzt auch verständlich, denn mechanisch ist es offenbar am vorteilhaftesten, wenn jede Kurzzellreihe für sich zwischen zwei Langzellreihen eingebettet liegt. Da ferner die Kurzzellenzüge ab und zu Unterbrechungen zeigen (Tafel VII, 11 a, b), ist die Wassercirculation (welche durch die Kurzzellen jedenfalls wesentlich beeinträchtigt wird) in der Längs- und Querrichtung des Streifens möglich.

Vom mechanischen Gesichtspunkt aus erklärt sich auch einigermassen der Schwund der Kurzzellen im Mittelfeld breiter, nach dem dritten Typus gebauter Streifen, sowie das Fehlen reiner Kurzzellreihen in stomafreien Streifen oder Feldern über Parenchym. In zwei Fällen *(Pharus* und *Leptaspis)* kommen allerdings reine Kurzzellreihen reichlich in den Streifen über Parenchym auf der Unterseite vor. Sie werden aber (wie bereits oben erwähnt wurde) stets begleitet von Epidermiszellen, welche vollständig Bastqualität angenommen haben und die durch die Kurzzellreihen bedingte mechanische Schwächung der Epidermis gewissermassen compensieren.

2. Übersicht über die nach Art und Verteilung der Kurzzellen verschiedenen Streifen und Felder.

Bei der Charakterisierung eines Kurzzellen führenden Streifens müssen drei Gesichtspunkte zugleich ins Auge gefasst werden:

1. Die Kurzzellspecies. Kommen bloss Kork- oder bloss Kieselzellen, oder beiderlei Zellen, oder Kiesel- und Zwischenzellen oder gar keine Kurzzellen vor?

2. Form und Grösse der Kurzzellen. Kommen charakteristische Form- und Grössenvariationen vor?

3. Verteilung der Kieselzellen. Nach welchem der drei Verteilungstypen sind die Kurzzellen angeordnet? Kommt in ein- und demselben Streifen mehr als ein Verteilungstypus zur Herrschaft?

Dies sind die Einteilungsprincipien für die folgende, kurze Übersicht über die wichtigsten Streifentypen. In derselben sind die Blasenzellstreifen und die Stomastreifen und -Felder nicht enthalten, weil sie (seltene Ausnahmen abgerechnet) kurzzellfrei sind und ihre Zusammensetzung sich nach dem Früheren von selbst versteht.

A. Einfache Streifen über Bast: einfache, stomafreie Streifen und Felder über Parenchym.

I. Kork- und Kieselkurzzellen zugleich vorhanden:

a. gemischte Paare (Gruppen) oder Reihen bildend:

nach Typus I geordnete Paare:

Streifen über Bast, Blattfläche: *Andropogon Gryllus, Rottboellia, Zizaniopsis, Spartina, Festuca punctoria.*

Medianstreifen der Mittelnerven (über Bast): Maydeen, *Imperata, Stenotaphrum, Manisuris.*

Streifen über Bast, Blattrand: Zahlreiche Arten (siehe „Specielles" über diesen Streifen).

Felder über Parenchym: *Coix, Andropogon Gryllus, Arundinella anomala.*

Nach Typus II geordnete Paare:

Nardus stricta (weniger scharf bei *Lygeum, Imperata, Arundinella anomala*).

Nach Typus III geordnet:

Streifen über Bast, Blattfläche: Zahlreiche Arten aus den verschiedensten Tribus *(Amphicarpum, Tragus,* Reis, *Uniola, Phyllostachys).*

Medianstreifen der Mittelnerven (über Bast): *Ichnanthus, Cenchrus, Olyra latifolia, Ehrharta panicea.*

Streifen über Bast, Blattrand (relativ selten): *Digitaria, Anthephora.*

Streifen über Parenchym(!): Bloss bei *Leptaspis.*

b. Ausser gemischten Paaren noch zahlreiche isolierte oder gepaarte Korkkurzzellen vorhanden:

Streifen über Bast, Blattfläche: *Zoysia,* Unterseite.

Felder über Parenchym: Zahlreiche Arten, z. B. *Olyra latifolia* (Tafel IX, 1).

II. Bloss Korkkurzzellen:

nach Typus I geordnet, isoliert oder gepaart oder in Gruppen:

Streifen über Bast, Blattfläche (selten!): *Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12), *Themeda* (Oberseite, Tafel II, 15).

Medianstreifen der Mittelnerven (über Bast): *Eriänthus II* Oberseite, *Saccharum* Oberseite (Tafel VII, 10), *Zizaniopsis* Unterseite.

Streifen über Bast, Blattrand: *Iseilema.*

Streifen oder Felder über Parenchym:

α. Meist isoliert:

auf beiden Blattseiten bei *Themeda* und *Eriochloa,*

bloss oberseits bei *Dimeria, Saccharum, Isachne arundinacea,*

bloss unterseits bei *Elionurus* und *Stenotaphrum.* (Vergl. auch Tafel VII, 14.)

β. Meist gepaart oder in Gruppen:

beiderseits bei *Anthaenantia,*

bloss oberseits bei *Spartina.*

nach Typus III geordnet:

bloss über Bast bei *Festuca spadicea* (Tafel VII, 11).

III. Bloss Kieselkurzzellen:

nach Typus I geordnet:

Streifen und Felder über Parenchym bei *Ichnanthus* (Tafel VI, 29) und *Aegopogon.*

nach Typus II geordnet:

Streifen über Bast, Blattfläche: *Pogonatherum* (Tafel VI, 8).

nach Typus III geordnet:

Secundäre Streifen über Bast: *Ichnanthus* (Tafel VI, 29).

Streifen über Parenchym(!): Bloss bei *Pharus* (Tafel III, 24, 25).

IV. Kurzzellen fehlen:

Streifen und Felder über Parenchym: *Pogonatherum* (Tafel VI, 8), *Chamaeraphis, Stenotaphrum, Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12).

B. Zusammengesetzte Streifen über Bast.

Blattfläche:

Isachne arundinacea, Unterseite: Mittelfeld mit nach Typus III geordneten Kiesel- und Korkzellen. Randfelder mit zerstreuten Korkzellen.

Polytoca, Primärstreifen: Mittelfeld mit nach Typus III geordneten Kork- und Hantelzellen, Randfelder mit nach Typus II bis I verteilten, gemischten Paaren, deren Kieselzellen kreuzförmig oder quergestreckt sind.

Blattrand:

Zwei Felder, ein oberes, der Epidermis der Blattoberseite angehörend, und ein unteres, zur untern Epidermis gehörendes: Oberes nach Typus I, unteres nach Typus III gebaut: *Perotis, Ischaemum.* (Vergl. auch Tafel I, Randstreifen über Bast bei *Nardus.*)

Drei Felder: *Tragus, Setaria, Cenchrus, Sesleria* (Tafel VII, 14).

Fünf Felder: Mittelfeld mit Korkzellen nach Typus I, innere Seitenfelder mit Kork- und Kieselzellen nach Typus III, äussere Seitenfelder mit Korkzellen nach Typus I.

Schema: $\frac{\text{I}}{\text{Ko}}\ \frac{\text{III}}{\text{Ki + Ko}}\ \frac{\text{I}}{\text{Ko}}\ \frac{\text{III}}{\text{Ki + Ko}}\ \frac{\text{I}}{\text{Ko}}$ *(Isachne arundinacea.)*

Medianstreifen der Mittelnerven (über Bast):

Regelmässig drei Felder:

In allen drei Feldern Kiesel- und Korkkurzzellen, aber die Kieselzellen des Mittelfeldes mehr oder weniger verkümmert: *Setaria*, Reis, *Leersia.*

Im Mittelfeld bloss Korkkurzzellen, in den Randfeldern Kiesel- und Korkkurzzellen: *Beckera* (Ober- und Unterseite), *Erianthus, Phalaris* (Unterseite).

Mittelfeld ohne Kurzzellen, Randfelder mit Kork- und Kieselkurzzellen: *Digitaria, Eriochloa* (Tafel VI, 4), *Luziola.*

3. Specielles über die Streifen über Bast auf der Blattfläche.

Bei der Mehrzahl der untersuchten Arten sind die Kurzzellen über Bast auf der Blattfläche nach Typus III angeordnet. Die Kurzzellreihen bestehen regelmässig (seltene, in der vorangehenden Übersicht angeführte Fälle ausgenommen) aus Kork- und Kieselkurzzellen zugleich.

Aus dem unten folgenden Verzeichnis von Arten, für welche dieser Verteilungstypus charakteristisch ist, geht die Verbreitung desselben in den verschiedensten Tribus klar hervor:

Maydeen: Mais, *Coix,*

Andropogoneen: *Pectinaria, Trachypogon, Iseilema,*

Zoysieen: *Tragus,*

Tristegineen: *Beckera* U.-S.*),

Paniceen: *Anthaenantia, Amphicarpum, Setaria,*

Oryzeen: *Luziola* U.-S., Reis, *Leersia* } statt Korkzellen Zwischenzellen,

Phalarideen: *Ehrharta panicea,*

Agrostideen: *Aristida, Piptochaetium, Brachyelytrum,*

Aveneen: *Tristachya,*

Chlorideen: *Cynodon, Schoenefeldia, Harpechloa, Chloris* u. v. a.,

Festuceen: *Schmidtia, Centotheca, Aeluropus, Lamarckia,*

Hordeen: *Oropetium,*

Bambuseen: *Phyllostachys, Chusquea.*

*) Unterseite.

Aus dieser Übersicht geht auch deutlich hervor, dass dieser Typus III vorwiegend bei tropischen und subtropischen Gattungen scharf ausgeprägt ist.

Typus II ist, wie bereits erwähnt wurde, selten für ganze Blätter charakteristisch *(Nardus)*.

Typus I ist seltener als Typus III. Die Kurzzellen bilden in der Regel gemischte Paare oder (seltener) gemischte Gruppen. Bei den Panicoideen ist der Typus I seltener als bei den Poaeoideen, doch kann dies lediglich eine zufällige Folge der willkürlichen Artenauswahl sein. Folgende Arten zeigten den ersten Typus scharf:

Andropogoneen: *Elionorus* U.-S.,
Andropogon Gryllus U.-S.,
Zoysieen: *Zoysia* U.-S.,
Oryzeen: *Zizaniopsis*.

Agrostideen: *Stipa*,
Podophorus U.-S.,
Sporobolus,
Aveneen: *Danthonia* U.-S.,
Chlorideen: *Spartina* U.-S.,
Tetrachne,
Festuceen: *Echinaria*,
Eragrostis,
Distichlis,
Scolochloa,
Bromus,
Hordeen: *Lolium*,
Hagnaldia,
Bambuseen: *Arthrostylidium*.

Bei den Arten, welche Kieselzellen des Hanteltypus führen, sind oft die Streifen über Bast auf der Ober- und Unterseite, oder auch die primären und secundären Streifen derselben Blattseite ungleich. Es lassen sich folgende Hauptfälle unterscheiden:

(Um die Übersicht nicht zu sehr zu complicieren, wird nur auf die Streifen der Blattfläche Rücksicht genommen und von dem Mittelnerv und Blattrand, die so wie so, auch bei Vertretern anderer Kieselzelltypen, oft einen abweichenden Bau besitzen, abgesehen.)

I. Ober- und unterseits, in primären und secundären Streifen Kreuze:
Olyra latifolia (der Mittelnerv führt ausserdem noch Hanteln).

II. Zahlreiche Kreuze und Hanteln auf beiden Blattseiten. Erstere occupieren vorzugsweise die secundären, letztere die primären Streifen. Doch können auch in primären Streifen Kreuze in reichlicher Anzahl (hauptsächlich über den Randfeldern) auftreten.
Coix, Polytoca, Tripsacum, Rottboellia, Manisuris, Spinifex, Luziola.

III. Hanteln dominieren in allen Streifen. Gelegentlich finden sich auch Kreuze oder Knotenzellen eingestreut. Dieser Fall ist am meisten verbreitet:
Andropogoneen: *Erianthus I, Pectinaria, Trachypogon, Arthraxon, Iseilema.*
Zoysieen: *Anthephora, Latipes, Perotis.*
Paniceen: *Eriochloa, Digitaria, Panicum, Reimaria, Chamaeraphis, Setaria.*

Oryzeen: *Pharus, Leptaspis.*
Phalarideen: *Ehrharta Microlaena.*
Agrostideen: *Aristida, Brachyelytrum.*
Aveneen: *Tristachya.*
Chlorideen: *Ctenium, Dinebra.*
Festuceen: *Schmidtia, Gynerium, Molinia, Uniola.*
Bambuseen: *Bambusa gracilis.*

IV. In bestimmten Streifen dominieren Hanteln, in andern Knotenzellen.

a. Knotenzellen in allen Streifen der Oberseite. Hanteln in allen Streifen der Unterseite dominierend:
Tricholaena (Laubtrieb).

b. Knotenzellen in allen Streifen der Unterseite. Hanteln in denjenigen der Oberseite dominierend:
Ischaemum, Saccharum, Spodiopogon.

c. Knotenzellen herrschen bloss vor in den secundären Streifen der Unterseite. Hanteln dominieren in den primären Streifen der Unterseite, sowie in den secundären und primären der Oberseite:
Ichnanthus (Tafel III, 27; VI, 29).

V. Knotenzellen zahlreich in allen Streifen.

a. Sie dominieren in allen Streifen (primären und secundären):
Tricholaena (Halmblatt).

b. In den primären Streifen der Blattunterseite sind den Knotenzellen zahlreiche Hanteln beigemischt. Letztere können stellenweise vorherrschen:
Oplismenus.

4. Specielles über die Streifen über Bast am Mittelnerv.

(Bezieht sich bloss auf die Panicoideen.)

Wenn der Mittelnerv sich durch Bau und Grösse nur wenig oder gar nicht von den stärksten Flächennerven unterscheidet (Tafel I, 2; II, 11), sind auch die zugehörigen Streifen über Bast identisch mit denjenigen der Blattfläche. Ist er dagegen deutlich ausgeprägt, dann weichen die Medianstreifen häufig, seltener auch die Seitenstreifen in ihrem Bau von den Flächenstreifen ab.

Es sind daher in erster Linie die Epidermisstreifen über den Bastbändern der Oberseite zusammengesetzter Mittelnerven und über dem starken, medianen Bastbündel auf der Unterseite zusammengesetzter und starker einfacher Mittelnerven, welche sich in Form und Verteilung der Kurzzellen von den Flächenstreifen unterscheiden.

Folgende sind die wichtigsten Streifentypen über den Mittelnerven:

a. Kieselzellen über der ganzen Breite des Streifens gleichmässig verteilt, gleich geformt und gleich gross:

Gemischte Paare in allen Reihen (Verteilungstypus I).

Bastbänder der Oberseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Maydeen.

Imperata.

Medianstreifen der Unterseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Euchlaena,

Coix.

Polytoca,

Medianstreifen der Unterseite einfacher Mittelnerven:

Manisuris.

Reihendifferenzierung (Verteilungstypus III) (Langzellreihen und gemischte Kurzzellreihen).

Bastbänder der Oberseite zusammengesetzter Mittelnerven: —

Medianstreifen der Unterseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Pennisetum,

Medianstreifen der Unterseite einfacher Mittelnerven:

Cenchrus.

b. Kieselzellen über der ganzen Breite der Streifen, aber im Mittelfeld kleiner als am Streifenrande:

Medianstreifen auf der Unterseite der Mittelnerven:

Leersia, Reis I und II: Am Streifenrand ächte Reiszellen, über der Mitte kleine, meist quergestreckte, unregelmässig geformte Kieselzellchen.

Setaria: Am Rande grosse, vollkommene, nach Typus III geordnete, über der Mitte kleinere, oft nur kümmerlich entwickelte, nach Typus I geordnete Hanteln. (Die Mächtigkeit der Kieselzellen und die Reihendifferenzierung wächst hier also gegen die Streifenränder, in den primären Streifen der Blattfläche bei *Polytoca* umgekehrt gegen die Streifenmitte.)

c. Kieselzellen bloss in den Randfeldern der Streifen häufiger, über dem Mittelfeld nur sporadisch auftretend.

Bastbänder der Oberseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Rottboellia, *Erianthus I* } im Mittelfeld Korkkurzzellen.

Medianstreifen der Unterseite zusammengesetzter Mittelnerven:

Erianthus I und *II.*

Spodiopogon,

Beckera,

Phalaris.

Medianstreifen der Unterseite einfacher Mittelnerven:

Digitaria, *Oplismenus*, *Eriochloa* (Tafel VII, 4) } Mittelfeld kurzzellfrei.

d. Kieselzellen fehlen über der ganzen Breite oder treten nur ausnahmsweise sporadisch auf:

Erianthus II, *Saccharum* (Tafel VII, 10), *Spodiopogon*, *Ischaemum*, *Themeda*.

Dieser Typus ist für die Mehrzahl der Streifen über den Bastbändern der Oberseite der Mittelnerven charakteristisch.

Alle diese Streifen der letztgenannten Arten führen zahlreiche, nach Typus I geordnete Korkkurzzellen.

Die Epidermisstreifen, welche die oben mehrfach erwähnten Bastbänder bedecken, sind die breitesten und reihenreichsten (bis 100 Reihen breit), welche in der Gramineenepidermis vorkommen. Sie werden höchstens noch übertroffen von den Streifen, welche die ganze Unterseite der borstlichen Blätter gewisser Arten überziehen und durchweg über Stereom liegen *(Festuca punctoria)*.

Bei diesen breiten „Bastbandstreifen" liess sich in einigen Fällen ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Bau der Epidermis und der Dicke der Bastunterlage constatieren. In der Regel sind die Streifen, der durchweg gleich dicken Bastunterlage entsprechend, über der ganzen Breite gleich gebaut, d. h. in allen Reihen wechseln Langzellen entweder mit einfachen oder gepaarten Korkzellen, oder dann mit gemischten Paaren. An den mir vorliegenden Blattstücken von *Erianthus I* und *Rottboellia* ist das Bastband an beiden Rändern zu blatteinwärts vorspringenden Leisten verdickt. Im Mittelfeld sind Korkkurzzellen gleichmässig über alle Reihen verstreut. In den Randfeldern dagegen, welche über den Bastleisten liegen, treten zu den Korkzellen noch zahlreiche Kieselzellen hinzu, welche zusammen mit den erstern nach Typus III sich anordnen. Die Bastzellen der Randleisten sind englumiger als diejenigen des Mittelstücks.

Die mittleren Reihen der Medianstreifen auf der Unterseite der zusammengesetzten Mittelnerven sind nicht nur häufig schmaler und von kleinerem Querschnitt als die ein bis drei Randreihen jederseits (Tafel III, 20; IV, 4; V, 14), sondern oft auch englumiger und von beträchtlich kleinerem Querschnitt, als die entsprechend gelegenen Reihen aller Streifen der Blattfläche (Mais, *Beckera*, *Spodiopogon*). Damit hängt vielleicht die kümmerliche Entwickelung oder das Fehlen der Kieselzellen in diesen Mittelfeldern zusammen. Eine constante, feste Beziehung in dieser Hinsicht besteht aber durchaus nicht.

Die „Seitenstreifen" der Unterseite der zusammengesetzten Mittelnerven stimmen entweder mit den Streifen der Fläche überein und differieren vom Medianstreifen (Reis I, II) oder sie stimmen im Bau mit dem letzteren überein und differieren von den Flächenstreifen *(Beckera, Zizaniopsis)*.

---

5. Specielles über den Streifen über Bast am Blattrande.

(Bezieht sich nur auf die Panicoideen.)

Über dem Bastbündel des Blattrandes herrscht die Tendenz, die Kurzzellen (als gemischte Paare) nach Typus I anzuordnen.

80 Procent der 40 daraufhin geprüften Arten zeigten diesen Verteilungsmodus mehr oder weniger rein ausgeprägt und bei 60 Procent stand dieser in scharfem Gegensatz zu den Flächenstreifen, wo die Kurzzellen nach Typus III geordnet waren. (Vergl. z. B. die Anordnung der Kurzzellen bei *Amphicarpum*, Tafel VI, 4 und 5).

Wenn die Ausbildung continuierlicher Kurzzellreihen einerseits eine mechanische Schwächung der Epidermis, anderseits ein wesentliches Hindernis für die Wassercirculation in der Epidermis in der Querrichtung des Blattes bedeutet, erscheint die oben erwähnte Thatsache zweckmässig. Denn einerseits ist der Blattrand bekanntlich mechanisch stark in Anspruch genommen, anderseits liegt hier die Passage, durch welche der directe Wasserverkehr der oberen und unteren Epidermis vermittelt wird. (Vergl. p. 54.)

6. Specielles über die Streifen über Parenchym.

Nach der Verteilung der Kieselkurzzellen über Parenchym auf beiden Blattseiten lassen sich folgende Hauptfälle unterscheiden:

I. Kieselzellen oben und unten häufig oder doch nicht selten:
Maydeen, *Manisuris, Arundinella anomala, Ichnanthus, Olyra latifolia, Zizania.*

Von den drei standortsverschiedenen Reisblättern*) führte Nr. I in den Streifen über Parenchym auf beiden Blattseiten Kieselzellen in mittlerer Häufigkeit, bei Nr. II und III fand ich keine. In diesen Streifen scheint also die Variation nach dem Standort mehr Platz zu greifen, als in den Baststreifen der Fläche, welche in allen drei Fällen denselben Bau besitzen.

II. Kieselzellen bloss unten:
Tricholaena rosea (Laubtrieb).

III. Kieselzellen bloss oben (unten äusserst selten):
Oplismenus.

IV. Kieselzellen fehlen oben und unten:
Pogonatherum, Elionurus, Tragus, Perotis, Beckera, Anthaenantia, Chamaeraphis, Ehrharta panicea.

Die Kieselzellen sind in der Regel an eine (oder mehrere) Korkzellen gebunden. Wo sie ganz fehlen, werden sie meist durch Korkzellen ersetzt.

Bei den Korkkurzzellen lassen sich nach der Verteilung nach Blattseiten folgende Fälle unterscheiden:

I. Korkzellen oben und unten zahlreich:
Anthaenantia, Themeda, Eriochloa (Tafel IV, 4).

II. Korkzellen bloss oben zahlreich:
Dimeria, Isachne (Tafel V, 21), *Saccharum.*

III. Korkzellen bloss unten zahlreich:
Elionurus, Stenotaphrum.

In allen diesen Fällen fehlen Kieselzellen oder sind sehr selten.

*) Siehe Artenverzeichnis und p. 66 unten.

Zahlreiche, gemischte Kurzzellpaare und zahlreiche isolierte Korkzellen nebeneinander finden sich über Parenchym auf der Oberseite bei *Olyra latifolia* (Tafel IX, 1).

Nach der Anordnung der nicht mit Kieselzellen verbundenen Korkzellen lassen sich folgende Typen unterscheiden:

1. Gewöhnlich isoliert (selten zu zwei bis drei):
   Themeda (Tafel II, 15), *Dimeria, Isachne, Sacharum, Elionurus, Eriochloa, Stenotaphrum, Olyra latifolia* (Tafel IX, 1).
2. Meist gepaart (selten vereinzelt oder zu drei bis vier):
   Anthaenantia.
3. Paare und drei- bis vierzählige Gruppen vorherrschend:
   Oberseite von *Spartina* und *Festuca spadicea* (Tafel VII, 13).

Vollständig kurzzellfrei waren die Streifen über Parenchym auf der Blattober- und -Unterseite bei *Pogonatherum* (Tafel VI, 8), *Chamaeraphis, Anthoxanthum Puelii, Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12), sowie die gesamte Blattepidermis bei *Mibora verna* und *Phippsia algida* (Tafel II, 1—4).

7. Beziehungen der Grösse der Kieselkurzzellen zur Topographie.

Vergleichende Messungen über die Grösse der Kurzzellen wurden nicht angestellt. Es ergaben sich trotzdem zwischen ungleichen Streifen oder ungleichen Blattseiten derselben Epidermis in der Grösse der Kieselkurzzellen Differenzen, welche ohne weiteres in die Augen springen. Dieselben sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt und beziehen sich durchweg auf Kieselzellen über Bast.

I. Variation nach Blattseiten.

a. Oben kürzer als unten:
   Polytoca (Tafel III, 3), *Isachne.*

b. Oben länger als unten:
   Olyra latifolia (Tafel III, 4), *Zizaniopsis.*

II. Variation nach Streifen.

1. Differenzen zwischen primären und secundären Streifen der Fläche:
   Tricholaena rosea (Halmblatt): Die Knotenzellen der primären Streifen sind breiter als diejenigen der secundären.

   Fasst man Kreuze, Hanteln und Knotenzellen auf als principiell gleichgeformte, aber ungleich lange Kieselzellen, dann ergeben sich aus der früher geschilderten Topographie dieser Zellen (p. 58) zahlreiche gesetzmässige Grössenschwankungen, welche hier zu rubricieren wären.

   Messungen an einer beliebigen Stelle des Blattes von *Ichnanthus* ergaben, dass die Hantelzellen, welche in den primären Streifen vorherrschen, ca. 10 μ breit und 20—25 μ lang, die in den secundären Streifen vorherrschenden Knotenzellen dagegen durchschnittlich 7 μ breit und 28—33 μ lang waren.

2. Differenzen zwischen den Streifen der Fläche und des Randes:
   a. ohne Formveränderung: *Tragus*. Die primären und secundären Streifen führen Zellen mittlerer Grösse (ca. 11 μ lang und 13 μ breit). Am Blattrand sind sie merklich grösser, sodass sie in der Breite sich zu denjenigen der Fläche verhalten wie 4 bis 5 zu 3,5. Über ganz schmalen Bastfäden, welche in der Nähe des Randes und nur da vorkommen, sind sie auffallend klein, sodass ihre Breite sich zu derjenigen der Zellen der Flächenstreifen verhält wie 2 bis 2,5 zu 3,5.
   b. mit Formveränderung: *Amphicarpum* (Tafel VI, 4—7). Die Zellen des Blattrandes übertreffen mehrmals diejenigen der Fläche an Masse.

III. Variation nach Feldern innerhalb breiterer Streifen.
   1. Die Kieselzellen nehmen gegen die Streifenmitte an Grösse zu: *Polytoca*.
   2. Die grösseren Kieselzellen liegen an den Streifenrändern, die kleineren in der Mitte: Medianstreifen der Unterseite der Mittelnerven von *Tragus* (Tafel IV, 6), *Setaria*, Reis, *Leersia* (Tafel V, 14).

IV. Variation nach Zellen innerhalb einer Reihe.
   1. Zellen gleich breit, aber ungleich lang:
      a. Quergestreckte, isodiametrische und längsgestreckte Kieselzellen wechseln regellos: *Andropogon Gryllus*.
      b. Kieselzellen durchweg längsgestreckt: *Saccharum*, *Tricholaena* (Halmblatt).
      c. Kieselzellen durchweg quergestreckt: *Zizania* (Tafel V, 16), *Zizaniopsis* (Tafel V, 17), *Hygroryza*.
   2. Zellen ungleich breit und ungleich lang: *Pharus* (Tafel III, 24—25). Die reinen Kieselzellreihen über Assimilationsgewebe zeigen ein charakteristisches An- und Abschwellen in der Grösse ihrer Elemente.

Alle diese letztgenannten Arten zeichnen sich durch auffallend starke Grössenvariation innerhalb der einzelnen Reihen aus. Geringere Schwankungen, welche regelmässig vorkommen, wurden hier nicht berücksichtigt.

Die Korkkurzzellen sind regelmässig so breit oder wenig breiter als die Langzellen derselben Reihe.

Die Kieselkurzzellen sind in der Mehrzahl der Fälle so breit wie die Langzellen derselben Reihe, bisweilen aber auch durchweg schmaler als die Lang- und Korkzellen derselben Reihe (Tafel IV, 10, 13; VI, 31).

Wie schon einmal angedeutet wurde, war eine constante Beziehung zwischen der Grösse der Kurzzellen und der Configuration des Querschnittes der Bastunterlage nicht aufzufinden.

Über die Verbreitung der Kurzzellen bei den übrigen Organen der Gräser habe ich nur einige vereinzelte Beobachtungen gemacht. Es fanden sich sowohl Kork- wie Kieselkurzzellen in den Blattscheiden von *Nardus stricta* und *Alopecurus pratensis*, in der Halmepidermis von *Nardus*, *Alopecurus*, *Sesleria coerulea*, in den Niederblättern und Spelzen von *Nardus* und in der Rhizomepidermis von *Agropyrum repens*. (Nach Wiesner finden sich beide Kurzzellsorten auch in der Maislische und in der Epidermis des Zuckerrohrs.)

Vollkommen kurzzellfrei waren die Laubblattspreiten und -Scheiden, sowie die Halme der Zwerggräser *Phippsia algida* und *Mibora verna*.

Beziehungen der Kieselkurzzellen zum System und zu Klima und Standort.

Die folgenden zwei Tabellen geben einerseits eine kurze Recapitulation der Verbreitung der verschiedenen Kieselzelltypen nach Tribus, andererseits eine vergleichende Übersicht der Kieselzellformen derjenigen Gattungen, welche durch zwei oder mehr Arten vertreten sind. Der Typus ist jeweilen durch die Contur eines charakteristischen Flächenbildes angedeutet. Ausserdem sind die vorherrschenden Typen in der Tribusübersicht vorangestellt.

Tribus:	
1. Maydeen	
2. Andropogoneen	(⌑)
3. Zoysieen	⌓
4. Tristegineen	⌑
5. Paniceen	(⌑⌓)
6. Oryzeen	⌓ (○)
7. Phalarideen	
8. Agrostideen	⌓○
9. Aveneen	○⌓
10. Chlorideen	⌓
11. Festuceen	○⌓
12. Hordeen	○(⌓)
13. Bambuseen	⌓

Arten derselben Gattung:	
Andropogon Gryllus	
„ *Ischaemum*	
Arundinella anomala	
„ *avenacea*	!
Isachne arundinacea	!
„ *australis*	
Olyra latifolia	
„ *micrantha*	
Leersia virginica	
„ *hexandra*	
Ehrharta Microlaena	
„ *panicea*	
Hierochloa borealis	
„ *alpina*	
Festuca arundinacea	
„ *silvatica*	
„ *spadicea*	
„ *punctoria*	
„ *thalassica*	
Hordeum jubatum	
„ *maritimum*	
Elymus giganteus	
„ *arenarius*	
Bambusa verticillata	
„ *Metake*	
„ *gracilis*	

Der Hanteltypus besitzt die allgemeinste Verbreitung. Er tritt in allen Tribus auf, die Hordeen ausgenommen. Bei den Panicoideen (speciell bei den fünf ersten Tribus) herrscht er durchaus vor, bei den Poaeoideen tritt er zu Gunsten der Tafelzellen (Typus V) zurück. Diese haben bei den Aveneen, Festuceen und Hordeen die Oberhand, bei den Agrostideen sind sie ebenso stark vertreten wie die Zellen des Typus I. Sattel- und Kreiszellen und ihre Derivate haben innerhalb der Abteilung der Poaeoideae ihre Hauptverbreitung.

Die Sattelzellen dominieren bei den Chlorideen und Bambuseen, die Reiszellen bei den Oryzeen. Letztere Kurzzellsorte ist systematisch die interessanteste, denn sie kehrt nur bei der Panicee *Isachne arundinacea* wieder, und zwar in nicht ganz typischer Form.

Folgende Tribus sind also durch das Vorherrschen bestimmter Formen charakterisiert:

Typus I:	Maydeen	100 %	Typus III:	Oryzeen	60 %
	Andropogoneen	94 %	Typus IV und V:	Aveneen	57 %
	Paniceen	90 %		Hordeen	70 %
Typus II:	Chlorideen	60 %			
	Bambuseen	80 %			

Aus der Übersicht der Kieselzellformen von Arten derselben Gattung ergiebt sich, dass der Typus constant bleiben kann *(Hordeum, Festuca, Leersia)*, dass anderseits aber auch total verschiedene Gestalten innerhalb derselben Gattung sich vereinigt finden können *(Isachne!)*.

Zieht man die Heimat der untersuchten Arten mit in Betracht, dann ist ein gewisser Zusammenhang zwischen derselben und der Gestalt der Kieselkurzzellen (über Bast) deutlich zu erkennen.

Es zeigt sich dann, dass die charakteristischen Formen der drei ersten Haupttypen (sowie der Nebentypen) fast ausschliesslich tropischen und subtropischen Arten zukommen, dass dagegen die einfacheren Gestalten des vierten und fünften Haupttypus charakteristisch sind für die Arten der nördlichen gemässigten Zone, ausserdem allerdings auch auftreten bei zahlreichen subtropischen, aber nur bei ganz wenigen tropischen Arten *(Distichlis distichophyllum, Echinopogon australis)*.

Von 34 Arten der nördlichen gemässigten Zone zeigten 70 % Typus IV und V (IV : V = 1 : 3), zwei Arten *(Molinia coerulea* und *Brachypodium silraticum)* führten typische Hanteln und Knotenzellen, zwei Arten *(Corynephorus canescens* und *Buchloe dactyloides)* Sattelzellen, bei sechs Arten endlich fehlten über Bast die Kieselkurzzellen.

Von diesem Gesichtspunkte aus ist die Kieselzellform der Kosmopoliten von Interesse:

Cynodon Dactylon,
Phragmites communis,
Glyceria fluitans,
Nardus stricta.

Da Sattelzellen unter den Arten der nördlichen gemässigten Zone nur beim „Buffalo-Gras" der nordamerikanischen Prairieen auftreten und für die specifisch tropischen Tribus der Chlorideen und Bambuseen charakteristisch sind, weisen die Kieselzellen von *Cynodon* und *Phragmites* auf südliche Ursprungsgebiete dieser Arten hin.

Aus ähnlichen Gründen kann man die ursprüngliche Heimat von *Glyceria* und *Nardus* innerhalb der nördlichen gemässigten und subtropischen Zone vermuten.

Da genauere Standortsangaben den Herbarexemplaren nur selten beigefügt waren, konnten in dieser Richtung keine allgemeinen Schlüsse gezogen werden. Beim Reis und bei *Nardus* wurde an homologen Blättern von Exemplaren verschiedener Provenienz die Constanz des Kieselzelltypus geprüft:

Oryza sativa	I Nubien,	*Nardus stricta*	I Zürich,
	II Piemont,		II St. Gallen,
	III Japan.		III Epinal,
			IV Bonn,
			V Corsica,
			VI Spanien,
			VII Olymp,
			VIII Guriel (Russland).

Jedes der drei standortsverschiedenen Reisblätter entstammte einem fruchtreifen Halm und war das zweitoberste desselben. Bei *Nardus* wurde je das oberste, vollkommen entwickelte Blatt eines Laubtriebes zur Untersuchung verwendet.

Es ergab sich, dass die Häufigkeit der Kieselzellen variieren kann, dass dagegen der Formentypus constant bleibt.

Das Bonner Exemplar von *Nardus* wich allerdings von den übrigen Individuen insofern etwas ab, als neben den Kreiszellen zahlreiche Ellipsenzellen, ausserdem (den Kreis- und Ellipsenzellen gegenüber nur in Minderzahl) Hantelzellen auftraten. Letzteres ist in Parallele zu setzen mit dem sporadischen Auftreten von Hanteln zwischen Sattelzellen.

Vergleicht man typische Steppengräser *(Spinifex hirsutus, Aristida congesta, Stipa pennata, Ampelodesmos tenax, Ammochloa pungens)* mit typischen Wassergräsern (meiste Oryzeen, z. B. *Leersia hexandra, Zizania palustris, Hygroryza aristata* [flutend!]), dann ergiebt sich hinsichtlich der Kieselkurzzellen kein wesentlicher Unterschied. Alle oben erwähnten Steppen- und Wassergräser führen beiderseits zahlreiche und wohlentwickelte Kieselkurzzellen. (Bei *Ampelodesmos* werden oberseits die Kieselzellen durch kleine, zahlreiche, durchweg solid verkieselte Stachelhaare ersetzt.) Ausserdem sind häufig noch andere Elemente der Epidermis inhaltsverkieselt. *Leersia hexandra* ist eine der kieselreichsten Arten.

Bei den den Meeresstrand bewohnenden Salzgräsern *Festuca thalassica* und *Spartina juncea*, sowie bei *Sporobolus pungens* (Strand von Corsica) fehlen Kieselkörper entweder ganz *(Festuca)* oder sind nur in Form kleiner, kümmerlich entwickelter Kieselkurzzellen vorhanden *(Spartina, Sporobolus)*.

Um weiteren Aufschluss über den Einfluss des Standortes auf die Entwickelung der Kieselzellen zu gewinnen, wurden Maispflanzen unter dreierlei verschiedenen Bedingungen erzogen:

1. In kieselfreier Nährlösung (1 Exemplar).
2. In stets feucht erhaltener Gartenerde (4 Exemplare).
3. In möglichst trocken erhaltener Gartenerde (4 Exemplare).

Die Wassercultur wurde in einem böhmischen Glasgefäss vorgenommen. Kieselsäure konnte in minimer Menge dem Culturgefäss, ausserdem den gläsernen Gefässen entstammen, welche zur Herstellung und Aufbewahrung des zur Cultur verwendeten, destillierten Wassers benützt wurden. — Die feuchten Erdculturen erhielten täglich, die trockenen Culturen je nach Bedürfnis alle 4—14 Tage 100—200 ccm Brunnenwasser.

Die feuchten und trockenen Erdculturen zeigten weder in der Form, noch in der Häufigkeit der reichlich vorhandenen Kieselkurzzellen (über Bast) wesentliche und durchgreifende Differenzen.

Die Wassercultur wurde, nachdem sie acht Blätter entwickelt hatte, auf Kieselzellen untersucht. Alle Blätter waren sowohl absolut, wie auch im Vergleich zu den Erdculturen kieselzellarm. Kieselkurzzellen fanden sich regelmässig am Blattrand und an der Blattspitze, aber auch, im Vergleich zu normalen Blättern, spärlich. In den Streifen über Bast auf der Blattfläche und am Mittelnerv fehlten sie vollständig oder waren äusserst selten. Trotzdem fanden sich in diesen Streifen zahlreiche reine Kurzzellreihen, deren einzelne Elemente die Umrisse von Hantel- und Knotenzellen besassen und auf Zusatz von Chlorzinkjod sich in der Mehrzahl blau, zum kleinern Teil gelbbraun färbten.

Vergleich der Kieselkurzzellen mit den Deck- und Kegelzellen.

Sieht man sich bei den übrigen Gefässpflanzen nach Bildungen um, welche mit den Kieselkurzzellen der Gräser verglichen werden können, dann fallen in erster Linie in Betracht:

1. Die „Kegelzellen" der Cyperaceen.
2. Die „Stegmata" oder Deckzellen zahlreicher Monokotyledonen und Farne.

Nach Kohl zerfallen die monokotylen Kieselpflanzen in zwei Gruppen:

a. Mit kieselkörperführenden Stegmata ausgestattet: Orchideen, Musaceen, Marantaceen, (Juncaceen), Palmen.

b. Ohne Stegmata: Gramineen, Cyperaceen.

Es ist nun sehr bemerkenswert, dass bei den beiden letztgenannten Familien Zellen vorkommen, welche sich in mehrfacher Beziehung mit den Deckzellen in Parallele setzen lassen.

Bekanntlich sind diese letztern annähernd isodiametrische Zellen, welche charakteristisch geformte (nach der Species variierende), das Lumen zum grössten Teil ausfüllende Kieselkörper führen und in Längsreihen im Mesophyll, unmittelbar über den Bastbelegen der Mestombündel liegen. Entweder reiht eine Deckzelle sich unmittelbar an die andere oder es alternieren in derselben Längsreihe Deckzellen mit ebenfalls kurzen, kieselkörperfreien Zellen. Die einzelnen Reihen können direct aneinander stossen oder getrennt verlaufen (Kohl).

Die Kieselkurzzellen der Gräser verhalten sich in mehrfacher Beziehung ähnlich. Sie sind zwar nicht ausschliesslich an Bast gebunden, doch sind sie, wie aus dem Früheren deutlich hervorgeht, über Bast immer viel besser und reichlicher entwickelt, als über Parenchym, über dem Bast ist ihr eigentlicher Bildungsherd. Hier bilden sie denn auch häufig Längsreihen, welche in der Regel nicht direct aneinander stossen und in welchen sie entweder dicht aneinander gereiht sind (selten) oder aber mit kieselkörperfreien, gleichfalls kurzen Zellen alternieren (Regel). Auch sie sind in verschiedenartiger, für die Art charakteristischer Weise gestaltet.

Bei den Cyperaceen finden sich weder Deck- noch Kurzzellen. Duval-Jouve*), welcher eingehende Untersuchungen über die anatomische Structur der Vegetationsorgane der Cyperaceen anstellte, hat in dieser Familie keine den Gramineen-Kurzzellen entsprechenden Zellen beobachtet. Ich habe selbst die

*) Académie des sciences et des lettres de Montpellier. T. VIII. p. 227, 347.

Blattspreite von *Carex paludosa, Eriophorum vaginatum, Scirpus silvaticus, Schoenus nigricans*, sowie die Hochblätter von *Cyperus alternifolius* in dieser Richtung geprüft, und zwar mit negativem Resultat.*)

Dagegen finden sich hier jene eigentümlichen Kegelzellen, welche auf ihrer Innenwand einen (selten mehrere) frei in das Lumen ragenden, verkieselten, kegelförmigen Vorsprung tragen. Sie kommen in ähnlicher Weise, wie die Kurzzellen der Gräser, an den verschiedensten Organen vor (Rhizom, Stengel, Blatt, Hochblatt, Fruchtschale). Duval-Jouve prüfte daraufhin 57 auf die verschiedensten Gattungen entfallende Cyperaceen und wies bei allen diese Elemente nach. Sie formieren nach diesem Forscher eine bis zwei Längsreihen, welche jeweilen die Mitte eines direct über Bast liegenden Epidermisstreifens einnehmen. Nach meinen Beobachtungen an den oben erwähnten Arten können es auch mehr solcher Reihen sein. Immer aber liegen diese Reihen sowohl, wie die Kegelzellen einer Reihe einander unmittelbar an. Diese Anordnungsweise ist bei den Gramineen-Kurzzellen äusserst selten.

Nach Metteniüs**) ist bei *Aspidium deltoideum* die Epidermis auf der obern Seite der Nerven der Blattzipfel in Deckzellen umgewandelt, welche Concretionen von Kieselsäure enthalten.

Bei der Podostemacee *Terniola longipes* kommen in der Epidermis ähnliche Formen von Kieselzellen vor, wie bei manchen Gramineen über Parenchym. (Vergl. Kohl, Kalksalze und Kieselsäure Tafel V, 45, 51.)

Winkelhaare.

Morphologie.

Zahlreiche Arten aus allen Tribus (excl. Hordeen), darunter 90 % aller Panicoideen, besitzen jene eigenartigen, zweizelligen Trichome, welche bereits im allgemeinen Teil kurz charakterisiert wurden.

Duval-Jouve sind sie vollständig entgangen. von Höhnel hat sie (in seiner Abhandlung über die Gramineenspelzen) für die Reisspelzen kurz erwähnt und auch abgebildet, ebenso Wiesner (Einleitung in die technische Mikroskopie, p. 124) für die Maisliesche. Theo. Holm (Botanical Gazette 1891) fand in der Blattspreite von *Uniola latifolia* „stumpfe Haare". Aus den Abbildungen ergiebt sich, dass das, was dieser Forscher für vollkommene Trichome ansah, der zarten Endzellen beraubte Basalzellen von Winkelhaaren waren. (Die Nachprüfung dieser Art bestätigte dies.) Auch Weiss (die Pflanzenhaare) erwähnt dieser eigenartigen Trichome mit keinem Worte. Er so wenig wie die übrigen Forscher haben constatiert oder auch nur vermutet, dass diese Trichomform bei den Gräsern allgemein verbreitet und für dieselben charakteristisch sei.

Diese Haare sind immer dünnwandig, zweizellig (selten ein- bis dreizellig), im Niveau der äussern Epidermis rechtwinklig abgebogen, sodass der organisch obere, längere Schenkel der Epidermis aufliegt, der kürzere dagegen als Haarfuss in die Epidermis eingefügt ist (Tafel VIII, 2, 3, 12).

*) Auch bei den Juncaceen scheinen Kurzzellen zu fehlen. Wenigstens suchte ich bei *Juncus squarrosus, Luzula lutea* und *L. spadicea* vergeblich nach solchen. Sorauer (Über die Spaltöffnungen der Liliaceen) in Karstens botanischen Untersuchungen I will bei Liliaceen ähnliche kurze Zellen, wie sie die Gramineenkurzzellen darstellen, beobachtet haben.

**) Abh. d. math.-phys. Classe d. k. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. VII, 1864, p. 419 u. ff.

Im Hinblick auf diesen rechtwinkligen bis schwach stumpfwinkligen Verlauf möchte ich diese Trichome „Winkelhaare" nennen.

Es lassen sich drei Unterformen unterscheiden:

1. Cylindrische (Tafel VIII, 1—7). Basal- und Endzellen sind ungefähr gleich lang, oder die Endzelle ist etwas länger, selten mehrmals länger (Mais, Figur 18, in der Nähe der Blasenzellstreifen). Die Basalzelle ist derbwandiger als die Endzelle, der Haarfuss gleich breit wie der Haarkörper oder etwas verjüngt (Tafel VIII, 1—3) oder etwas erweitert (Tafel VIII, 4).

Am obern Ende ist die Basalzelle oft mehr oder weniger stark verdickt (Tafel VIII, 2, 3, 4a). Es entsteht durch successive Anlagerung neuer Schichten auf die Querwand ein solider Zapfen, welcher das Lumen bis zur Hälfte oder bei *Nardus* noch weiter herab erfüllen kann. Bei *Nardus* enden sie häufig mit einem mehr oder weniger deutlichen Knöpfchen (Tafel VIII, 2). Solche Zapfen fanden sich bei *Nardus*-Exemplaren, welche dem Versuchsfeld der eidgenössischen Samencontrol-Station in Zürich entstammten, bereits in den Winkelhaaren an der Spitze junger Blätter, welche eben erst aus den umhüllenden Scheiden hervortraten. Sie liessen sich bis gegen die Längenmitte der Blätter verfolgen und fehlten vollständig in den Basalzellen der Winkelhaare der untern Blatthälfte und der Scheide.

Die Endzelle ist viel zartwandiger (Tafel VIII, 1, 2), die Spitze abgerundet *(Bouteloua)* oder etwas zugespitzt *(Nardus)*, bei *Nardus* regelmässig solid (Tafel VIII, 1).

An ältern (getrockneten und frischen!) Blättern ist die Endzelle häufig collabiert oder bis auf geringe, basale Reste zerstört oder vollständig verloren gegangen (Tafel VI, 8w).

Der horizontale Schenkel des Trichoms liegt an den noch nicht entfalteten Blättern von *Nardus* in einer entsprechenden Einsenkung des äussern Epidermisniveaus. Dieselbe wird im Verlauf der weitern Entwicklung des Blattes wieder mehr oder weniger verstrichen. (Vergl. auch *Polytoca*, Tafel VIII, 7.)

Die cylindrische Form ist die gewöhnliche.

2. Keulige. Der horizontale Schenkel ist gegen sein Ende keulenförmig verbreitert und doppelt bis mehrmals so lang wie breit (Tafel VIII, 10, 11). Die Endzelle besitzt nicht die zarte Consistenz derjenigen der cylindrischen Winkelhaare und ist daher regelmässig auch an ältern Herbarexemplaren erhalten. Sie ist regelmässig kürzer, gewöhnlich mehrmals kürzer als die Basalzelle.

Diese Form ist charakteristisch für zahlreiche Zoysieen *(Aegopogon, Tragus, Latipes, Zoysia)* und Chlorideen *(Cynodon, Chloris, Willkommia, Melanocenchris)*, sowie für die Oryzee *Lygeum Spartum*.

3. Stachelhaarförmige. Bei *Zoysia* (Tafel VIII, 9) und *Pappophorum* (Tafel VIII, 8) kommen über Bast zweizellige Trichome vor, welche gleichsam Bastarde darstellen zwischen keuligen Winkelhaaren und kurzspitzigen Stachelhärchen. Frühe Entwickelungsstadien von Stachelhaaren (am Blattrand von *Zea Mays*) sind ganz ähnlich gestaltet; würden diese, statt allmählich die stumpfe in eine scharfe Spitze umzubilden, durch eine Scheidewand dicht unter der stumpfen Spitze sich in zwei Tochterzellen spalten, so würde ein „*Pappophorum*-Haar" entstehen.

Die Entwickelungsgeschichte der Winkelhaare wurde bei *Nardus* verfolgt.

Unmittelbar nachdem in dem noch aus lauter isodiametrischen Elementen bestehenden Dermatogen die erste Differenzierung in lange und kurze Zellen eingetreten ist, beginnt auch ein Teil der letzteren sich blasig auswärts und gegen die Blattspitze zu wölben (Tafel VIII, 12, 13) und giebt sich dadurch als zukünftige Winkelhaare zu erkennen.

Diese wachsen nun gleich Pilzhyphen auf der Epidermis in der Längsrichtung des Blattes weiter, verschmälern sich mehr oder weniger gegen das Ende und schnüren sich oft an der Umbiegungsstelle etwas ein (Tafel VIII, 14). Die Kurzzellen sind inzwischen nicht merklich gewachsen, die Langzellen haben sich in die Länge gestreckt und zeigen die ersten Spuren von Wellung.

Nachdem die Trichome eine gewisse Länge erreicht haben, teilen sie sich in eine zarte End- und eine derbere Basalzelle (Tafel VIII, 15). (Schon vor der Teilung kann man deutlich erkennen, dass die Membran gegen die Haarbasis allmählich derber wird.) Die Langzellen haben sich inzwischen noch mehr in die Länge gestreckt und die Wellung ist stärker geworden. Die Kurzzellen haben sich nicht wesentlich verändert. Jede Tochterzelle wächst nun für sich noch weiter. Nachdem das Längenwachstum beendigt ist, kann, wie oben bereits angedeutet wurde, die untere Zelle ihre Querwand in ähnlicher Weise stark verdicken, wie die Langzellen ihre Aussenwände.

Bei *Tricholaena rosea* (Tafel VIII, 16a—d) fand ich in der Epidermis des ausgewachsenen Blattes neben normalen Winkelhaaren Formen, welche als fixierte Jugendstadien von Winkelhaaren aufgefasst werden können. Sie bieten zugleich eine Übergangsreihe zu den Korkkurzzellen dieses Blattes, von denen die in Figur a dargestellte Form sich nur durch den schwach vorgezogenen, vorderen, äusseren Querrand unterscheidet.

Die chemischen Eigenschaften der Membran und des Inhaltes wurden gleichfalls bei *Nardus* genauer untersucht.

Die einzelnen Trichome verhielten sich dem gleichen Reagens gegenüber oft etwas verschieden, was wahrscheinlich in erster Linie auf ungleichen Verkieselungsgraden beruht.

Die Basalzelle verhält sich quellenden Mitteln (Kali, Schwefelsäure, Kupferoxydammonik) gegenüber indifferent, oder die inneren Schichten des Haarfusses quellen, oder die ganze Zelle bläht sich auf und nimmt, indem sie der Länge nach aufreisst, die Form einer geplatzten Blase an. Jodtinctur, Chlorzinkjod und Jod und Schwefelsäure erzeugen höchstens eine schwache Bräunung. Phloroglucin und Salzsäure erzeugen keine Färbung. In Kupferoxydammoniak und dem Schulze'schen Macerationsgemisch ist sie unlöslich.

Nach Behandlung mit Flussäure bläuen sich die inneren Schichten. Durch Glühen erhält man auffallend selten Membranskelette. Die Membran ist also cuticularisiert und schwach verkieselt.

Der accessorische Propf am oberen Ende der Basalzelle verhält sich quellenden Reagentien gegenüber entweder indifferent, oder er verlängert sich bis um ein Viertel seiner ursprünglichen Länge. Auf Schwefelsäurezusatz löst er sich oft los von der Basalzellmembran und verbleibt entweder im Zelllumen oder tritt aus demselben heraus.

Schon an frischen Zapfen ist häufig eine sehr zarte, quere Schichtung wahrzunehmen. Dieselbe wird nach längerem Liegen in Schwefelsäure (und Flussäure) sehr scharf, ja, es kann zu einer förmlichen, queren Zerklüftung kommen. Jod, Chlorzinkjod, Jod und Schwefelsäure und Phloroglucin und Salzsäure bringen keine specifischen Färbungen hervor. Nach vorheriger Behandlung mit Flussäure dagegen erfolgt in der Regel eine Blaufärbung. An Glühskeletten findet sich oft an seiner Stelle ein glänzender Kieselpfropf.

Er besteht also aus Kieselsäure und Cellulose. Doch variiert jedenfalls der Verkieselungsgrad, da durchaus nicht alle Zapfen nach dem Glühen in der oben geschilderten Weise sich verhalten und weil das Lichtbrechungsvermögen innerhalb derselben Epidermis stark variieren kann.

Die zarte Endzelle widersteht bei vorsichtiger Behandlung der Einwirkung von Schwefelsäure oder Kalilauge (auch nach 24-stündigem Liegen in der ersteren). Die Füllung der soliden Spitze verschwindet allerdings oft, diese ist es auch, welche mit Jod und Schwefelsäure bisweilen sich blau färbt, während die übrige Membran farblos bleibt oder schwachgelb wird. Nach Behandlung mit Flussäure färbt sich die ganze Zelle auf Chlorzinkjodzusatz blau bis trübviolett mit Ausnahme eines Cuticularsaumes, der allerdings nur über der soliden Spitze deutlich wahrnehmbar ist. Beim Glühen verschwindet die ganze Zelle oder es erhalten sich Reste der Basis.

Haare junger, noch nicht entfalteter Blätter führen in beiden Zellen reichliches Plasma. Färbt man dies, dann wird die ausserordentlich geringe Membrandicke der Endzelle besonders augenfällig.

Die Basalzelle füllt sich später häufig vollständig oder unvollständig mit Kieselsäure. Die Kieselmasse ist bald zum Teil porös und zum anderen Teil solid, bald durchweg solid und mit wenig verstreuten Poren ausgestattet, bald durchweg sandig-porös. Ist ein Verdickungspfropf vorhanden, dann schliesst der Kieselzapfen sich dicht an denselben an und erfüllt nach unten hin die Zelle vollständig oder unvollständig. Fügt man zu solchen Zellen concentrierte Schwefelsäure, dann fährt nicht selten der aus Verdickungspfropf und anschliessendem Kieselkörper bestehende, basal verjüngte Zapfen wie ein Projectil aus der Basalzelle hervor, offenbar infolge des von den quellenden, inneren Schichten auf ihn ausgeübten Druckes.

Topographie.

Die Winkelhaare sind in der Regel einzeln zwischen die Langzellen eingefügt (Tafel I, 1; VIII, 1, 2). Hie und da sind sie auch mit Kurzzellen (Tafel VIII, 3), sehr selten unter sich oder mit einem Stachelhaar (*Tricholaena, Spinifex*) gepaart.

Bei *Pogonatherum crinitum* sind merkwürdiger Weise fast alle Stachelhärchen (über Bast) mit Winkelhaaren gepaart und umgekehrt. In drei Reihenstücken aus der Region des Blattrandes, der Fläche und des Mittelnervs, je 15, 18 und 19 mm lang, wurden die Winkel- und Stachelhärchen gezählt. Von 265 darin enthaltenen Aculeoli waren 253 mit Winkelhaaren gepaart. Erstere liegen regelmässig vorn, letztere hinten (Tafel VI, 8). Die übrigen zwölf Stachelhaare waren mit ihresgleichen oder mit Kurzzellen gepaart. Ausserdem fanden sich innerhalb dieser drei Reihenstrecken noch vier isolierte Winkelhaare.

Hinsichtlich der Verteilung nach Blattseiten lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

1. Oben und unten: Die grosse Mehrzahl der Winkelhaare führenden Arten, z. B. Mais, *Saccharum, Anthephora, Digitaria,* Reis.
2. Bloss oben: *Elionurus, Zoysia, Lygeum* u. a.
3. Bloss unten: *Olyra latifolia* und *O. micrantha, Zizania, Ehrharta panicea* u. a.

Je nach der Qualität der Epidermisstreifen, welche regelmässig Winkelhaare führen, ergeben sich folgende Modificationen:

1. Bloss in Streifen über Parenchym, und zwar in den stomafreien Feldern derselben: Die grosse Mehrzahl der Winkelhaare führenden Arten, z. B. die oben unter 1) erwähnten Species.

2. In Streifen über Bast und Parenchym: *Pogonatherum* (beiderseits über Bast, über Parenchym bloss unterseits), *Pectinaria* (beiderseits über Parenchym, unterseits ausserdem in den Streifen über Bast in der Nähe des Blattrandes), *Latipes* (beiderseits über Parenchym, oberseits ausserdem über Bast) u. a.

Sporadisch treten Winkelhaare auch über Bast auf bei zahlreichen Arten, wo sie sonst auf die Parenchymstreifen beschränkt sind: Mais, *Rotboellia*, *Aegopogon*, *Amphicarpum*, *Isachne*, *Setaria*, *Oryza micrantha*, *Leersia hexandra*, *Reimaria*.

3. Bloss über Bast: *Zoysia* (Oberseite, Tafel IV, 12).

4. In Streifen über Parenchym und in Blasenzellstreifen: *Nardus stricta* (Tafel I, 1). (An dem der Figur 1, Tafel I, zu Grunde liegenden Blattstück haben sich Winkelhaare oberseits auch über dem Baststrang des Blattrandes auffallend zahlreich entwickelt.)

Bei mehreren Arten (*Themeda*, *Anthephora*, *Latipes*, *Oplismenus*, *Oryza latifolia*, Reis u. a. waren die Winkelhaare über Parenchym auf der Unterseite auffallend häufiger als auf der Oberseite.

Besonders häufig traten sie ferner auf in stomafreien, über Mestom liegenden Parenchymfeldern der Blattunterseite von *Spodiopogon*, *Anthephora*, *Digitaria*, sowie am Blattrande beim Mais, *Isachne arundinacea*, *Nardus*. Bei *Tragus*, *Ehrharta Microlaena*, *Hierochloa borealis* fanden sie sich überhaupt nur am Blattrande einigermassen zahlreich und fehlten über der Blattfläche ganz oder waren doch sehr selten.

Wenn schon von den Kurzzellen gesagt werden muss, dass sie in Stomareihen nur selten (an Stelle einer Spaltöffnung) auftreten, so gilt dies von den Winkelhaaren in noch höherem Masse.

Aber so wie es Arten giebt, wo Kurzzellen (oder Paare) in allen Spaltöffnungsreihen reichlich eingestreut sind (*Anthaenantia*), so giebt es auch Species, wo Winkelhaare auffallend häufig in Stomareihen auftreten (*Themeda*, Oberseite). Ausnahmsweise fanden sich diese Trichome in den Stomareihen bei Mais, *Iseilema*, *Amphicarpum*, *Oplismenus* u. a.

Bei *Nardus stricta* führten auch die Blattscheiden und die Niederblätter auf ihrer Aussenseite Winkelhaare. Wie bei den Laubblättern, so waren sie auch bei den Niederblättern an der Spitze besonders häufig. Auffallender Weise waren die Winkelhaare der Blattscheiden in der Mehrzahl gegen die Blattbasis gerichtet. Oft war von zwei unmittelbar nebeneinander liegenden Haaren das eine vor-, das andere rückwärts gerichtet. An den Niederblättern waren die Haare der Blattspitze alle aufwärts, die weiter abwärts liegenden teils aufwärts, teils abwärts gewendet. In der Epidermis der Spreite wurde eine solche „Inversion" bloss einmal in einem Blasenzellstreifen beobachtet. Bei Stachelhärchen ist, wie unten noch näher nachgewiesen werden soll, verkehrte Richtung in der Spreitenepidermis nicht selten.

Beziehungen zum System und zu Klima und Standort.

112 Arten, d. h. alle Panicoideen, sowie 43 Poaeoideen wurden auf das Vorhandensein von Winkelhaaren geprüft.

Es ergab sich, dass die keuligen Winkelhaare bei den Zoysieen und Chlorideen und nur bei diesen, die cylindrischen dagegen bei allen übrigen Tribus (die Hordeen, wo überhaupt keine Winkelhaare beobachtet wurden, ausgenommen) vorherrschen.

Das Vorhandensein oder Fehlen der Winkelhaare steht (wie die Form der Kieselkurzzellen) mit der geographischen Breite des Verbreitungsbezirkes der Species in Zusammenhang. Dies ergab sich zunächst aus der Verbreitung innerhalb der Gruppe der Panicoideae mit grosser Wahrscheinlichkeit. Alle untersuchten Arten dieser Abteilung sind tropisch oder subtropisch, wenn man die Phalarideen *Phalaris, Anthoxanthum* und *Hierochloa* ausnimmt. Dementsprechend geht denn auch bezüglich der Verbreitung der Winkelhaare eine scharfe Grenze mitten durch die Tribus der Phalarideen (zwischen Nr. 64 und 65 des Artenverzeichnisses) durch. Fast alle Arten oberhalb der Grenze (meist tropisch, seltener subtropisch) besitzen Winkelhaare*): von den fünf Arten unterhalb der Grenze (durchweg in der gemässigten und kalten Zone einheimisch) führt nur *Hierochloa borealis* solche am Blattrande.

Dieselbe Erscheinung wiederholt sich innerhalb der Gruppe der Poaceideen.

Die folgende Tabelle giebt darüber näheren Aufschluss:

Winkelhaare vorhanden.	Winkelhaare fehlen.
Tropische und subtropische Zone:	Gemässigte Zone:
Agrostideen:	Agrostideen:
Aristida congesta,	*Stipa pennata,*
Garnotia ascendens.	*Phleum Michelii,*
	Agrostis vulgaris,
Aveneen:	*Calamagrostis lanceolata.*
Eriachne chinensis,	
Achneria Ecklonii,	
Tristachya chrysothrix.	Aveneen:
	Avena pratensis,
Chlorideen:	*Arrhenatherum elatius.*
Schoenefeldia gracilis,	
Ctenium cirrhosum,	
Chloris petraea,	Festuceen:
Willkommia arnua,	*Festuca spadicea,*
Boutelona multiseta,	„ *silvatica,*
Melanocenchris plumosa.	„ *thalassica,*
	Dactylis glomerata,
Festuceen:	*Briza media.*
Pappophorum Arechavaletae,	
Eragrostis bahiensis.	
	Hordeen:
Bambuseen:	*Lolium italicum,*
Bambusa nigra,	*Secale montanum,*
Arundinaria macrosperma,	*Elymus giganteus.*
Merostachys Kunthiana,	
Chusquea pinifolia,	
Schizostachyum Bollingeri.	

*) Bei *Pharus, Luziola, Zizaniopsis, Hygroryza* wurden keine Winkelhaare aufgefunden.

Winkelhaare vorhanden.

Gemässigte Zone:

Festuceen:

Uniola latifolia.

Kosmopoliten:

Cynodon Dactylon,
Nardus stricta.

Winkelhaare fehlen.

Subtropische (und tropische) Zone:

Agrostideen:

Pentapogon Billardieri,
Sporobolus pungens,
Triplachne niteus.

Aveneen:

Danthonia provincialis.

Hordeen:

Haynaldia villosa,
Hordeum jubatum,
Oropetium Thomaeum.

Kosmopoliten:

Phragmites communis,
Glyceria fluitans.

Unter den Arten der gemässigten Zone führt nur *Uniola latifolia* Winkelhaare, den übrigen (meist Wald- und Wiesengräser der nördlichen, gemässigten Zone) fehlen sie.

Umgekehrt ist die grosse Mehrzahl der tropischen und subtropischen Species mit Winkelhaaren ausgerüstet.

Die Kosmopoliten verteilen sich auf beide Kategorien.*)

Über ihre Function lässt sich nichts bestimmtes aussagen. Am wahrscheinlichsten erscheint die Annahme, dass sie eine Rolle spielen bei der Aufnahme atmosphärischen Wassers. Dafür spricht schon die Unwahrscheinlichkeit irgend welcher Schutzfunction, dafür spricht ferner ihre Verbreitung bei südlichen Arten und ihre Localisierung auf die Streifen über Parenchym.**) Vielleicht functionieren sie in dieser Weise bloss im Jugendalter des Blattes, sodass die nachträglich auftretenden Verdickungszapfen als Schutzvorrichtungen aufzufassen sind, welche den Zugang zur Epidermis verschliessen zu einer Zeit, wo die Endzelle leicht zu Grunde geht. So ist z. B. den Keimschläuchen von Pilzsporen, welche ja gerade für die Blätter tropischer Gewächse eine stetige Gefahr bilden, und welche beim Durchmustern zahlreicher Epidermen nicht selten auf denselben festhaftend angetroffen werden, der Zutritt zum Mesophyll verwehrt. Dass unverdickte Basalzellen thatsächlich einen locus minoris resistentiae in der Epidermis darstellen, lehren Beobachtungen an abgestorbenen Blättern von *Nardus stricta*, wo dieselben nicht selten von Pilzhyphen der Länge nach durchwachsen waren.

*) Die Winkelhaare auf der Blattunterseite von *Nardus* sind auffallend constant. Sie traten hier in ziemlicher Häufigkeit bei allen acht Exemplaren verschiedener Provenienz (p. 66) auf.

**) Den Blasenzellstreifen fehlen die Winkelhaare vielleicht deshalb, weil die Blasenzellen schon für sich, durch ihre Aussenwände, sollen Wasser aufnehmen können.

Stachelhaare.

Morphologie.

Neben den zweizelligen Winkelhaaren sind einzellige, kurzkegelförmige bis langcylindrische Trichome bei den Gräsern allgemein verbreitet. Trotzdem verschiedene Forscher diese einzelligen Trichome erwähnen, sind die in der Litteratur vorhandenen Abbildungen nur sehr spärlich und stark zerstreut. Es existieren alle Übergänge von kurzspitzigen Stachelhärchen (Tafel VIII, 19, 20) zu langen Borstenhaaren (Tafel VIII, 23, 24b), sowie von geraden, steifen Borstenhaaren (durch Vermittelung leicht geschlängelter) zu schlängelichen Weichhaaren.

Trotzdem kann man praktisch ganz gut zwischen kurz- und langspitzigen Stachelhaaren und zwischen kurzen und langen Borstenhaaren unterscheiden.

Wie schon in der allgemeinen Übersicht der Epidermiselemente dargelegt wurde, lassen sich zwei Hauptformen von Stachelhärchen unterscheiden:

a. Solche mit längselliptischem Haarfuss und allmählich verjüngter, schief aufwärts gerichteter Spitze und

b. solche mit kreisrundem Haarfuss und plötzlich verjüngter, angenähert horizontaler Spitze.

Die ersteren sind für Streifen über Bast, die letzteren für Streifen über Parenchym charakteristisch. Oft ist die Spitze sichelförmig gekrümmt (Tafel VIII, 21), seltener fast senkrecht aufgerichtet (Tafel VIII, 22), ganz selten (*Pharus* und *Leptaspis*) hakenförmig gekrümmt (Tafel VIII, 25, 26).

Bisweilen ist die äusserste Spitze als besondere, homogene Schicht von den innern scharf abgesetzt (Tafel VIII, 18). (Beim Mais sind letztere stärker und ist erstere schwächer brechend als concentriertes Phenol, wahrscheinlich infolge ungleich starker Verkieselung.)

Während in homologen Streifen der Blattfläche die Grössenvariation nur gering ist, herrscht in der Randreihe des Blattes häufig ein unregelmässiger Wechsel grösserer und kleinerer Haare (*Reimaria, Amphicarpum, Dimeria*, Mais, Tafel VIII, 17).

Die Randstachelhaare von *Beckera nubica* sind ausgezeichnet durch warzenförmige, stark verkieselte Höcker, welche in wechselnder Anzahl der Innenseite der Membran aufsitzen (Tafel IX, 21).

Die Stachelhaare in den Blasenzellstreifen erreichen das innere Niveau der Epidermis nicht, sondern keilen sich, ähnlich wie die Winkelhaare, vorher schon zwischen den Blasenzellen aus (Tafel VIII, 20; vergl. auch Figur 6). Die Spitze ragt oft nur ganz wenig über die Fläche der Epidermis hervor und ist schief oder horizontal gerichtet.

Schon bei den Winkelhaaren wurde an Scheiden und Niederblättern eine Umkehr der normalen Haarrichtung constatiert. Dasselbe wurde an den Stachelhaaren der Spreite zahlreicher Arten beobachtet. Es sind hier in erster Linie die „Parenchymstachelhärchen", welche „Inversion" (so möchte ich kurzweg die Thatsache der Rückwärtsrichtung der Haarspitze nennen) zeigen. Aber auch in Streifen über Bast kommt, wenn gleich seltener, Inversion vor (Tafel VIII, 21).

Bei *Anthoxanthum Puelii* war von 55 aufeinanderfolgenden Haaren einer beliebig herausgegriffenen Reihenstrecke (über Bast) der vierte Teil invers. In der Randreihe des Blattes ist Inversion äusserst selten. Ich fand nur bei *Cenchrus* und *Lygeum* je ein verkehrt gerichtetes Randstachelhaar.

Längs der Blasenzellstreifen sind die Aculeoli häufig (Mais) schief vorwärts und streifeneinwärts gerichtet.

Die Inversion erscheint zweckmässig, wenn man annimmt, dass auf diese Weise sowohl basipetal als acropetal kriechenden Schnecken scharfe Spitzen entgegen gestellt werden.

Topographie.

Die Stachelhaare sind bei den Gramineen beinahe ebenso allgemein verbreitet, wie die Kurzzellen. Sie unterliegen hinsichtlich ihrer topographischen Anordnung auch ganz denselben Gesetzen wie jene. In der Regel kommen sie nicht bloss am Blattrand vor, sondern sind auch über die Blattfläche verbreitet, bloss über Bast oder auch über Parenchym, bloss auf einer oder auf beiden Blattseiten.

Sie sind

a. isoliert (*Avena pratensis*, Tafel VII, 14d, Reihe r),

b. mit Kurzzellen gepaart oder zu Gruppen vereinigt (Tafel VII, 13, 14 Reihe s: *Garnotia, Corynephorus, Elymus arenarius*),

c. in Kurzzellreihen eingefügt (über Bast bei zahlreichen Arten, z. B. Tafel IV, 3).

Wenn die Kurzzellen nach Typus I geordnet und mit Stachelhärchen verbunden sind, liegen letztere regelmässig zu vorderst in der Trichom-Kurzzellgruppe und vertreten gleichsam die Kieselkurzzellen, da die anschliessenden Kurzzellen gewöhnlich Korkkurzzellen sind. (Vergl. in Tafel VIII, 14 die gemischten Kurzzellgruppen mit den Trichom-Kurzzellgruppen.)

Wenn die Stachelhaare in reihig differenzierten Streifen über Bast vorkommen, liegen sie immer in den Kurzzellreihen und nur in diesen.

Bei *Tricholaena rosea* liegen die (langspitzigen) Stachelhärchen sehr häufig zu zwei bis drei beisammen, hinter- und nebeneinander.

Nicht selten findet eine Accumulierung derselben längs den Streifenrändern statt: *Erianthus, Isachne arundinacea* (unterseits über Bast), *Olyra latifolia* (Mittelnerv: oberseits über Bast), primäre Streifen über Bast von *Tricholaena* (Halmblatt) und *Digitaria*, Flanken der Blasenzellstreifen von Mais, *Saccharum, Erianthus, Rottboellia, Arundinella anomala* u. a.

Bei *Isachne arundinacea* werden die kahlen Mittelfelder beiderseits begrenzt von einer dicht mit Stachelhaaren besetzten Reihe. Die den Rändern der Blasenzellstreifen entlang laufenden Haarreihen sind nie so dicht, trotzdem sind sie häufig sehr augenfällig, weil die Haarspitzen mehr oder weniger stark gegen die Streifenmitte gewendet sind. Sie bilden wahrscheinlich eine specielle Schutzwehr dieser dem Tierfrass am allermeisten ausgesetzten Streifen.

Bei einigen Arten wurden auffallende Differenzen in der Verteilung der Haare innerhalb der verschiedenen Blattregionen beobachtet:

1. *Olyra latifolia.* Ganzes Blatt ca. 10 cm lang und 4 cm breit. Untersucht wurde ein der Längenmitte des Blattes entnommenes, vom Blattrand bis zum Mittelnerv reichendes, 2 cm breites und 1,4 cm langes Blattstück.

Auf der Oberseite liegen Stachelhärchen nur über den Flanken des Mittelnervs. Die übrige Blattfläche ist vollkommen kahl.

Auf der Unterseite sind Aculeoli über die ganze Fläche zerstreut (über Bast und Assimilationsgewebe). Sie stehen aber innerhalb der äussern zwei Drittel der halben Blattbreite viel dichter als im innern, dem Mittelnerv angrenzenden Drittel. Es sind hier in erster Linie die stomafreien Mittelfelder der Streifen über Parenchym, welche sich ihrer Trichome entledigen.

2. *Oplismenus undulatifolius.* Ein ganzes, 7 mm breites und 22 mm langes Blatt wurde untersucht.

Die Unterseite ist kahl.

Auf der Oberseite schliessen zwei kahle Randzonen eine drei bis fünf behaarte Nerven umfassende Mittelzone ein, welche sich in der ganzen Länge des Blattes ausdehnt. Der Blattrand ist bloss bis zum Beginn des untersten Sechstels behaart.

3. *Ichnanthus pallens.* Es wurde die eine Längshälfte eines 50 mm langen und 16 mm breiten Blattes untersucht.

Oberseite: Stachelhärchen liegen bloss über den innersten und äussersten Nerven. Letztere verlieren ihre Trichome gegen die Blattbasis, die alleräussersten am spätesten.

Unterseite: Stachelhaare (in nennenswerter Anzahl) finden sich bloss in der Nähe der Blattspitze bis 5 mm unterhalb derselben über dem Mittelnerv und über den ein bis zwei dem Blattrand zunächstliegenden Flächennerven.

Der Blattrand (im engeren Sinne) ist zwar in der Regel, aber durchaus nicht immer (wie Güntz vermutet) mit Stachelhaaren ausgestattet. Er war bei den Oryzeen *Hygroryza aristata* und *Leptaspis conchifera* (in der Längenmitte des Blattes), ferner bei *Phippsia* (Tafel II, 3, 4) vollkommen wehrlos. Bei *Hygroryza* sind die Epidermiszellen an dieser Stelle besonders derb. Bei *Leptaspis* (ausserdem auch bei *Pharus,* wo der Blattrand nur äusserst spärliche Stachelhaare führt) finden sich (vielleicht zum Ersatz) in der Nähe des Blattrandes über Bast und Parenchym jene in Tafel VIII, 25, 26 abgebildeten „Hakenhaare." Bei *Leptaspis* sind diese mit gewöhnlichen Stachelhärchen gemischt.

Bei *Koeleria cristata,* wo die Stachelhaare relativ sehr zahlreich sind, wurde eine approximative Berechnung ihrer Anzahl pro Flächeneinheit vorgenommen. Es ergab sich, dass auf der Blattoberseite auf der Fläche von 1 qmm ca. 600 Stachelhärchen sitzen.

Borstenhaare.

Es lassen sich zwei ziemlich scharf getrennte Borstenhaarsorten unterscheiden:

1. Gewöhnliche Borstenhaare mit einem mehr oder weniger erweiterten Haarfuss (Tafel VIII, 23, 24b).

2. Polsterhaare mit einem gleichbreiten oder etwas verschmälerten, durch eine Einschnürung vom Haarkörper abgegrenzten Fuss (Tafel X, 58).

Erstere beeinflussen in der Regel die angrenzenden Epidermiszellen in ihrer Entwickelung nicht wesentlich (Tafel VIII, 24b). In einigen Fällen erheben sich allerdings die letzteren mehr oder weniger

rings um den Haarfuss und bilden einen stützenden Wall. Sehr schwach ausgeprägt findet sich ein solcher bei *Bambusa verticillata* (Tafel VIII, 24a), sehr stark entwickelt, mehrere Zellenlagen dick und gegen die Haarspitze hin ganz fein ausgekeilt am Blattrande von *Tragus racemosus* (Tafel X, 56a). (Solche Trichome hat auch Duval-Jouve in der Histotaxie abgebildet.) Mittelstufen finden sich am Blattrand von *Saccharum, Latipes* u. a. Bei *Tragus* finden sich am Rande alle Übergänge von grossen Borsten mit mehrschichtigem Wall zu kurzspitzigen, wallfreien Stachelhärchen.

Der Haarkörper verläuft gerade (Tafel VIII, 24b) oder in schwach sichelförmig gebogener Curve (Tafel VIII, 23).

Die „Polsterhaare" verdienen ihren Namen deshalb, weil ihr Fuss regelmässig von einem einschichtigen, als sanfter Hügel vorspringenden Hof isodiametrischer bis palissadenförmiger (Blasenzellstreifen!) Zellen umgeben wird (Tafel VIII, 28; X, 58). Der Haarkörper ist gerade oder sanft geschlängelt, am oberen Ende stumpflich bis spitz.

In der Epidermis von *Panicum* und *Oplismenus* kommen alle Übergänge vor von kurzen, geraden Haaren mit rudimentärem Fusspolster zu vielmal längeren, sanft geschlängelten, aber immer noch rigiden Borstenhaaren mit wohlentwickeltem Fusspolster.

Bei *Oplismenus* färbten sich alle Haare mit Safranin schön rotviolett, am intensivsten die Basis. Bei *Digitaria* tingierten sich bloss die Haarbasen schwach. Die Polster blieben in beiden Fällen vollständig farblos.

Sehr häufig ist ein Teil der Polsterzellen (seltener alle, Tafel IX, 4) inhaltsverkieselt. Viel seltener verkieselt das Haarlumen, entweder vollständig, oder bloss im Bereich des Haarfusses. Im Glühskelett der Epidermis von *Beckera nubica* imponieren die verkieselten Reste dieser Polster als weiss glänzende Netze von rundlichem Umriss.

Die gewöhnlichen Borstenhaare kommen vorzugsweise über Bast vor und sind nicht gerade häufig *(Nardus, Bambusa, Aegopogon)*. Am Blattrande von *Leersia virginica* und *Anthoxanthum Puelii* tritt von Strecke zu Strecke zwischen den Stachelhaaren der Randreihe ein (vielmal längeres) Borstenhaar auf.

Ein besonderes Interesse beansprucht die Verbreitung der Polsterhaare. Duval-Jouve hat solche Trichome bereits beschrieben, aber über ihre Verbreitung nach Arten und Streifen keine genaueren Angaben gemacht. Dieselben finden sich in der Regel nur in Streifen über Parenchym und in Blasenzellstreifen, bisweilen aber auch über Bast. Besonders bemerkenswert ist ihre häufige Verbreitung über den Blasenzellstreifen, da diesen sonst Trichome (und Kurzzellen) fehlen. Es legt dies die Vermutung nahe, dass sie die Function der Blasenzellstreifen in irgend welcher Weise (z. B. durch Zuleitung an der Haarspitze hängender Regen- oder Tautropfen) unterstützen. Sie stehen nie so dicht, dass irgend eine Function von Haarfilzen in Betracht fallen könnte.

Die folgende Tabelle giebt eine Übersicht über die Verbreitung dieser Trichome über die Blattfläche:

a. Polsterhaare in den Blasenzellstreifen:

Maydeen: *Euchlaena*, Mais, *Polytoca, Coix.*

Andropogoneen: *Dimeria, Andropogon Gryllus, A. Ischaemum.*

Tristegineen: *Arundinella anomala, Beckera.*

Paniceen: *Oplismenus, Panicum, Pennisetum, Tricholaena* (Halmblatt), *Setaria, Spinifex.*

Gewöhnlich treten die Polsterhaare auch in den angrenzenden Streifen über Parenchym auf *(Oplismenus, Andropogon Gryllus, Beckera).*

b. Polsterhaare in den Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite:

Andropogoneen: *Eriauthus II, Spodiopogon, Rotboellia, Manisuris, Ischaemum, Arthraxon, Andropogon Gryllus, A. Ischaemum.*

Zoysieen: *Anthephora.*

Tristegineen: *Arundinella anomala* und *A. arenacea, Melinis, Beckera.*

Endlich finden sich diese Trichome auch bei verschiedenen Arten am Blattrand im Bereich des Streifens über dem Randbastbündel und der beiden anschliessenden Streifen über Parenchym:

c. Polsterhaare am Blattrand:

Andropogoneen: *Dimeria, Rotboellia, Manisuris, Arthraxon;*
Tristegineen: *Arundinella anomala.*
Paniceen: *Amphicarpum, Ichnanthus, Spinifex.*

Die Verbreitung dieser Trichome in den verschiedenen Tribus zeigt die folgende Tabelle:

Verzeichnis derjenigen Arten, welche Polsterhaare führen:

Maydeen: *Euchlaena,* Mais, *Coix, Tripsacum.*

Andropogoneen: *Dimeria, Erianthus, Spodiopogon, Rotboellia, Manisuris, Ischaemum, Arthraxon, Andropogon Gryllus, A. Ischaemum.*

Zoysieen: *Anthephora, Aegopogon, Perotis.*

Tristegineen: *Arundinella anomala, A. arenacea, Beckera.*

Paniceen: *Amphicarpum, Ichnanthus, Digitaria, Panicum, Tricholaena, Oplismenus, Setaria, Chamaeraphis, Spinifex, Olyra micrantha.*

Oryzeen: —

Phalarideen: —

Agrostideen: *Sporobolus, Garnotia.*

Avenaceen: *Eriachne chinensis, Tristachya.*

Chlorideen: *Cynodon, Willkommia, Bouteloua, Tripogon, Dactyloctenium.*

Festuceen: *Pappophorum, Lophatherum, Schismus.*

Hordeen: *Oropetium.*

Bambuseen: —

Es ergiebt sich aus dieser Übersicht dieselbe Gesetzmässigkeit, wie sie in der Verbreitung der Winkelhaare innerhalb der Tribus zu erkennen war. Die Polsterhaare sind charakteristisch für südliche Arten, für Bewohner der tropischen und subtropischen Zone. Sie finden sich weder bei irgend einem unserer Wald- und Wiesengräser (Kosmopoliten, z. B. *Digitaria sanguinalis*, ausgenommen) noch bei einer

der untersuchten, nordischen Arten, zeigen also in dieser Beziehung eine noch schärfere Scheidung als die Winkelhaare.

Bemerkenswert ist, dass die Oryzeen und Bambuseen (aus je zehn, meist tropischen Arten bestehend) keine Polsterhaare führen.

Weichhaare.

Typische Weichhaare sind nach meinen Beobachtungen durchaus selten bei den Gräsern. Ich fand solche bei *Elionurus candidus* und *Phragmites communis*. Sie hatten in beiden Fällen ausgeprägt schlängelichen Verlauf und eine Einziehung über dem oft etwas erweiterten Fuss. Bei *Elionurus* waren sie derbwandig (Tafel X, 59), sassen vereinzelt zwischen den Langzellen und bildeten einen zusammenhängenden Filz, der über den Bastrippen dichter war als über Assimilationsgewebe. Bei *Phragmites* waren sie dünnwandig, meist von ein bis zwei hinten sich anlagernden Korkkurzzellen begleitet und fanden sich nur in den Streifen über Parenchym.

Papillen und Cuticularzäpfchen.

(Panicoideen und einige Poaeoideen.)

Die rundlichen Erhabenheiten, welche auf der Epidermis-Aussenfläche vorspringen, können dreierlei Art sein:

1. Blasige Auftreibungen der Epidermis-Aussenwände (Tafel X, 13c).
2. Papillen (Tafel VIII, 29—32).
3. Cuticularwärzchen oder -Zäpfchen (Tafel VIII, 24b, 34).

1 und 3 oder 2 und 3 können zugleich über derselben Zelle auftreten (Tafel VIII, 33; X, 9).

Hackel (Monographia Festucarum) fand bei *Festuca*-Arten und Güntz bei Bambusen über den Längswänden der Langzellen stark vorspringende Cuticularleisten. Ich habe solche nicht beobachtet.

Die Form der Papillen und Cuticulargebilde bietet meist keine bemerkenswerten Besonderheiten. Die Papillen auf der Oberseite des Blattes von *Nardus* sind über dem Assimilationsgewebe oft in sich selbst zurückgestülpt (Tafel VIII, 30, 31). Bei *Spartina juncea* kommen neben einfachen auch verästelte Papillen vor. Über den Bastrippen im Scheitel der Prismen der Blattoberseite von *Glyceria fluitans* kommen papillös vorgezogene Zellen vor, welche in der Form oft stark an Stachelhaare erinnern (Tafel VIII, 32).

Die Anordnung der Papillen und Cuticularwärzchen auf der Einzelzelle ist häufig gesetzmässig.

Eine Zelle trägt gewöhnlich nur eine Papille (Tafel II, 5; VIII, 29, 30, 32, 35), seltener zwei (Tafel VIII, 31) bis mehrere (Tafel VI, 8). Bei *Chamaeraphis* und *Isachne arundinacea* (Tafel II, 5) sitzt die in Einzahl vorhandene Papille regelmässig über der Mitte der Zelle, bei *Iseilema, Glyceria* (Tafel VIII, 29), *Festuca thalassica* (Tafel VIII, 35) regelmässig an deren oberem Ende.

Auf der gerillten Oberseite der Blätter von *Nardus* und *Zoysia* nehmen die Papillen von den Prismenköpfen gegen den Grund der Rillen an Höhe successive ab (Tafel I, 2; VIII, 30, 31).

Die Cuticularzäpfchen und -Wärzchen liegen stets zu mehreren bis vielen über derselben Zelle. Hierbei sind sie unregelmässig zerstreut (*Zizania, Hygroryza*, Reis) oder in Längsreihen (*Olyra latifolia, Bambusa* Tafel VIII, 24b, *Zizania*, Blasenzellstreifen, Tafel VIII, 34) oder in Querreihen (*Luziola*, Tafel VIII, 33) geordnet. Die in letztgenannter Figur abgebildeten Zellen liegen über Bast und sind durch eine blasig vorgewölbte, kahle Mittelzone ausgezeichnet.

Bei *Olyra* stehen die Wärzchen über schmalen Zellen in einfacher, über breiteren in doppelter Colonne.

Bei den Oryzeen, speciell *Hygroryza*, stehen sie äusserst dicht, sind aber auch verhältnismässig sehr klein.

Bei den Oryzeen fällt überhaupt die reichliche Bildung warziger und papillöser Vorsprünge auf. Von den zehn untersuchten Arten führen sieben (*Luziola, Zizaniopsis, Zizania*, Reis, zwei *Leersia*-Arten, *Hygroryza*) Papillen und Cuticularzäpfchen zugleich. Papillen sind auf beiden oder bloss auf einer Blattseite meist in allen drei Streifenarten zugleich verbreitet. (Bei *Zizaniopsis* fehlen sie über den Bastrippen.) Cuticularwärzchen treten vorwiegend über Parenchym auf der Blattunterseite auf und man findet dort oft auf derselben Zelle neben und übereinander Wärzchen und Papillen (Tafel X, 9, 11).

Genaueres über die Topographie ergiebt sich aus den folgenden Tabellen:

a. Blätter mit Papillen:
   oben und unten: *Pogonatherum, Chamaeraphis.*
   bloss unten: *Dimeria, Erianthus, Spodiopogon, Andropogon Ischaemum, Iseilema, Isachne arundinacea, Lygeum.*
   bloss oben: *Trachypogon, Elionurus, Tragus, Zoysia, Nardus.*

b. Blätter mit Cuticularzäpfchen:
   oben und unten: *Themeda.*
   bloss unten: *Ischaemum, Olyra latifolia* und *O. micrantha, Bambusa verticillata.*

c. Blätter mit Cuticularzäpfchen und Papillen zugleich:
   Oryzeen: *Luziola, Zizaniopsis, Zizania*, Reis, *Leersia, Hygroryza.*

d. Blätter mit blasig nach aussen gewölbten Langzellen:
   Stenotaphrum, Pharus, Luziola, Glyceria.

Spaltöffnungen.

Im Bau der Spaltöffnungen*) habe ich keine wesentlichen Abweichungen beobachtet von dem Typus, welcher von Schwendener (II) genauer geschildert und für die Gramineen und einen grossen Teil der Cyperaceen als charakteristisch hingestellt wurde.

Auf Tafel II, 16—20 ist der Bau der Spaltöffnungen auf der Oberseite der Spreite von *Sesleria coerulea* dargestellt.

Derselbe ist dadurch etwas compliciert, dass die Schliess- und Nebenzellen im Grunde einer seichten, schaligen Vertiefung liegen. Die Zellen, welche in der Flächenansicht von aussen auf den ersten Blick als Nebenzellen imponieren (Figur 16 A), sind in Wirklichkeit kurze, dickwandige Epidermiszellen, welche von beiden Seiten her sich über die ächten (gelb conturierten) Nebenzellen hinweg geschoben haben, sodass diese nur noch mit einem ganz geringen Bruchteil ihrer Peripherie an die äussere Atmosphäre grenzen (Figur 19). Die Schliesszellen weichen vom typischen Bau nur ab durch eine stark aufleuchtende, verdickte Stelle in der Scheidewand der Enderweiterungen, nahe der Centralspalte (Figur 17 g).

Streng genommen bestehen die Spaltöffnungen von *Sesleria coerulea* also nicht aus vier Zellen, wie gewöhnlich, sondern aus sechs, zwei Schliesszellen und vier Nebenzellen. Von letztern führen die zwei äussern, dickwandigen, jedenfalls keine wesentlichen Excursionen aus.

Abnorm oder unvollständig entwickelte Spaltöffnungen habe ich hie und da angetroffen (Tafel II, 21, 22). Solche Bildungen sind schon von verschiedenen Autoren (z. B. für die Primärblätter des Mais) erwähnt worden.

Es ist hierbei bemerkenswert, dass in Fällen, wo eine Spaltöffnung auf dem Stadium der Spaltöffnungs-Mutterzelle zurückgeblieben ist, sie im allgemeinen durchaus nicht die Gestalt einer Kork- oder Kieselkurzzelle annimmt, sondern eine Bildung sui generis repräsentiert (Tafel II, 22 a b).

Vielfach treten Papillen und Cuticulargebilde zu den Stomata in bestimmte Beziehung.

a. Papillen:

1. Langzellen und Spaltöffnungen alternieren regelmässig. Am vordern Ende jeder Langzelle, unmittelbar hinter der Spaltöffnung erhebt sich eine Papille, welche die letztere mehr oder weniger überwölbt:
   Iseilema, Festuca thalassica (Tafel VIII, 35).
2. Die Spaltöffnung wird von Papillen rings umrahmt:
   Pogonatherum (Tafel VI, 8).

b. Cuticulargebilde:

1. Die sonst gleichmässig zerstreuten Cuticularzäpfchen treten am vordern und hintern Ende der Stomata zu Aggregaten (meist zwei- bis dreizähligen Gruppen) zusammen:
   Themeda, Zoysia.
2. Das vordere und hintere Ende der Spaltöffnung überragen je zwei gegen die Centralspalte convergierende Cuticularläppchen:
   Zizaniopsis.

*) Ich habe übrigens nur die Spaltöffnungen von *Sesleria coerulea* genauer untersucht.

3. Jede Spaltöffnung wird von beiden Seiten her von Cuticularleisten überragt, welche an ihren freien Rändern mit Cuticularzäpfchen besetzt sind:
Reis III.

c. Papillen und Cuticulargebilde.

Bei *Dimeria ornithopoda* gruppieren sich auf der Blattoberseite um jede Spaltöffnung vier Cuticularläppchen und vier Papillen.

Erstere sind wie bei *Zizaniopsis* (siehe oben b. 2) orientiert. Letztere liegen in den Zwischenräumen, je eine vorn und hinten, sowie links und rechts und sind ebenfalls gegen die Centralspalte gerichtet.

Ähnliche aus Papillen oder Cuticulargebilden bestehende Schutzapparate der Spaltöffnungen beschreiben Holm und Volkens für Arten Nordamerikas, sowie der ägyptisch-arabischen Wüste. Über eine gleichzeitige Beteiligung von Papillen und Cuticulargebilden habe ich in der Litteratur (über Gramineen) keine Notizen gefunden.

Oft sind die Enderweiterungen (*Trachypogon, Anthaenantia, Chamaeraphis, Olyra latifolia*, Reis, *Ehrharta*) oder eine Nebenzelle (*Ichnanthus, Oplismenus*, Reis), oder beide Nebenzellen (*Pogonatherum, Ichnanthus*, Reis) von Kieselsäure erfüllt. Selten füllen sich ausser den Enderweiterungen auch die Lumina der Mittelstücke (*Ehrharta Microlaena*).

Über die topographischen Verhältnisse wurde das Wichtigste bereits im allgemeinen Teil angeführt.

Die Spaltöffnungen finden sich in der Regel nur über mestomfreien, von assimilierendem Gewebe erfüllten Blatträumen. Doch ist dies durchaus kein allgemein gültiges Gesetz. *Digitaria sanguinalis* (Tafel II, 23) bildet einen charakteristischen Ausnahmefall. Auf der Unterseite herrscht zwar noch das allgemeine Gesetz: Spaltöffnungen liegen zwischen den Mestombündeln und fehlen über denselben; oberseits dagegen ist merkwürdiger Weise die Lagerung derselben gerade umgekehrt. Den Schlüssel dafür geben die Blasenzellstreifen. Indem diese, in Anpassung an äussere Einflüsse jedenfalls, eine mächtige Entwickelung nahmen und zwischen den bastfreien Mestombündeln nach beiden Seiten hin Platz griffen, wurden die Stomata in die „Mestomfelder" gedrängt.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle liegen Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten und sind bei flachen Blättern unterseits zahlreicher als oben.

Bloss oberseits finden sich Stomata bei *Elionurus, Rotboellia, Hierochloa alpina, Sesleria, Nardus*. Bekanntlich tritt dieser Verteilungsmodus bei Roll- und Falzblättern besonders häufig auf. Doch habe ich bei *Sesleria* und *Nardus*, deren Blätter in diese Kategorie gehören, ausnahmsweise auch auf der stomafreien Unterseite vereinzelte Spaltöffnungen oder auch ganze Reihen solcher beobachtet, welche aufgefasst werden können als Rückschlagserscheinungen aus Zeiten, wo das Blatt noch keine Schliessbewegungen ausführte und deshalb die Stomata noch nicht auf die Oberseite allein localisiert waren.

Bloss unterseits finden sich Spaltöffnungen bei *Dimeria, Spodiopogon, Apluda, Arthraxon, Arundinella avenacea*.

Bei *Isachne arundinacea* liegen Stomata unterseits in allen, auf der Oberseite dagegen bloss in dem äussersten der Streifen über Parenchym.

Bemerkungen über das Mesophyll.

a. Assimilationsgewebe.

Duval-Jouve, Volkens, Güntz u. a. haben sich damit eingehender beschäftigt. Ich möchte hier nur auf folgende drei Punkte aufmerksam machen:

1. Das assimilierende Gewebe von *Nardus stricta* besteht durchweg aus Zellen, wie sie von Schwendener (Mech. Princip) für *Gynerium argenteum* und *Erianthus Ravennae* beschrieben worden sind.

2. Bei *Themeda gigantea* schrumpft auf der Blattoberseite gegen die Blattbasis und den Mittelnerv hin das Chlorophyllparenchym auf kleine Portionen zusammen, welche blatteinwärts überall an Bast und farbloses, derbwandiges Parenchym grenzen und je nach ihrer Grösse mit einer oder mehreren Spaltöffnungen ausgestattet sind (Tafel II, 15).

3. Schon Kareltschikof hat auf verschiedene Eigentümlichkeiten im Bau der Bambusenblätter aufmerksam gemacht. Güntz hat auf Grund eines grösseren Beobachtungsmaterials einen besonderen „Typus der Bambusenblätter" aufgestellt und unter demselben nur Bambusen subsummiert.

Ich fand nun, dass die Panicee *Olyra latifolia* im Blattbau (namentlich in der Configuration des Querschnittes) deutlich Bambusencharakter zeigt. Dieselben elliptischen Hohlräume, dieselben Armpalissaden, dieselben (in Längsreihen geordneten) Cuticularwärzchen, dieselben kleinen Stachelhärchen über Parenchym. Es scheinen also diese anatomischen Charaktere weniger für die Bambusen speciell, als vielmehr für sehr breite Spreiten typisch zu sein.

b. Mestom.

In den borstlichen Laubtriebblättern von *Anthaenantia lanata* sind die Blatträume, welche zwischen den regulären Mestombündeln und Bastgurtungen liegen, förmlich durchwuchert von bastfreien Gefässbündeln der verschiedensten Grösse (Tafel II, 13, 14). Duval-Jouve erwähnt in seiner Histotaxie verschiedene Fälle, wo die Leitbündel stark gefurchter Blätter in mehrere Etagen geordnet sind. Ein dem oben angeführten analoges Beispiel habe ich in der Litteratur nirgends gefunden.

Volkens fand bei Gräsern der ägyptisch-arabischen Wüste am Blattrand auffallend weitlumige Gefässe und Tracheiden („Speichertracheiden").

Ich habe solche ebenfalls bei verschiedenen Arten (*Tricholaena rosea, Digitaria sanguinalis, Olyra micrantha, Ehrharta panicea*) beobachtet.

c. Farbloses Parenchym.

Die Anordnung des farblosen Parenchyms ist von Duval-Jouve, Volkens, Holm, Güntz u. a. eingehend besprochen und durch Abbildungen erläutert worden. Ich habe zwei neue Anordnungsmodi aufgefunden.

1. Farbloses, zartwandiges Parenchym bildet eine subepidermale (stellenweise durch Bast von der Epidermis getrennte) Schicht auf der Blattunterseite: *Stenotaphrum glabrum* (Tafel II, 12).
2. Chlorophyllfreies Parenchym bildet einen centralen Strang im Innern der borstlichen Blätter von *Ehrharta Microlaena* (Tafel II, 11). Dies erinnert an die zusammengesetzten Mittelnerven tropischer Gräser mit centralem Wassergewebe.

Das Blatt von *Ehrharta Microlaena* ist auch dadurch interessant, dass im Grunde der Längsrille Gelenkzellstreifen fehlen und an deren Stelle ein Bastbündel verläuft. Die Anpassung an Trockenheit ist hier durch Annahme der Cylindergestalt und geringe Entwickelung der Längsrille (vielleicht verbunden mit Schwund oder Reduction des Öffnungsmechanismus), sowie durch Entwickelung des centralen Wassergewebes weit fortgeschritten.

Resultate.

1. Morphologie.

In der Blattepidermis der Gramineen lassen sich folgende verschiedenartige Elemente unterscheiden (vergl. damit die Übersicht auf Tafel X):

I. Epidermiszellen.

1. Langzellen („Epidermiszellen", gewöhnliche E., lange E., Gekrösezellen).

   Umriss hexagonal, Seitenwände glatt oder schwachwellig (3, 4*) } (Güntz).
   „ rectagonal, „ gewellt (1, 2, 7—9) }

   Aussenwand eben, wellig, oder auswärts gewölbt (13a, b, c); kahl (13a) oder ausgestattet mit ein bis mehreren Papillen (5, 6), oder mit Cuticularleisten über den Längswänden (Hackel, Güntz), oder mit Cuticularwärzchen [in ein bis zwei Längsreihen (7), in Querreihen (10), in zerstreuter Ordnung (8)], oder mit Papillen und Cuticularwärzchen zugleich (9, 11).

2. Bastförmige Epidermiszellen.

   Über Bast und Assimilationsgewebe: *Pharus, Leptaspis* (13).

3. Querzellen (12).

   Isachne arundinacea, Blattunterseite, Mittelfeld der Streifen über Parenchym.

4. Blasenzellen (14), (cellules bulliformes, Fächerzellen, Gelenkzellen).

   Meist isodiametrisch, bisweilen längsgestreckt; in der Regel kahl, bisweilen Cuticularwärzchen führend [Reis (16), *Leersia, Hygroryza*].

5. Kieselkurzzellen. (Gemeinsam mit den Korkkurzzellen auch als „Kieselzellen", kurze Epidermiszellen, Kurzzellen, Zwergzellen bezeichnet.)

   Die Kieselkurzzellen sind die einzigen Epidermiselemente, welche regelmässig solid verkieseln. Die Membran ist stets dünn. Im Kieselkörper liegen in der Regel einige wenige, punktförmige, isolierte Bläschenräume, oder Gruppen oder Schwärme von solchen. Sie sind häufig charakteristisch gestaltet (17—37) und mit regelmässig verteilten Riefen, Öhrchen und Spitzen versehen. Bei den meisten Arten sind sie nur über Bast gut entwickelt und zahlreich vorhanden (17—31). Hier sind am häufigsten: die Kreuz-, Hantel- und Knotenzellen (17, 18); die Sattelzellen (20, 21); die Reiszellen (23, 24); die Kreis- und Ellipsenzellen (27); die Stab- und Tafelzellen (30, 31).

---

*) Die Zahlen in Parenthesen beziehen sich alle auf die Figuren der Tafel X.

Über Assimilationsgewebe sind sie bei der Mehrzahl der Arten spärlich und mehr oder weniger krüppelhaft (mit Anklängen an die vollkommene Form über Bast!). Bisweilen sind sie aber auch hier charakteristisch geformt (32—37) und häufig [*Ichnanthus* (34), *Olyra latifolia* (35)]. Wahrscheinlich sind sie ein mechanisches Schutzmittel gegen Tierfrass und spielen diese Rolle sowohl unversehrt als auch nach der Zertrümmerung in scharfkantige Splitter.

6. Korkkurzzellen.

Sie sind ebenfalls stets dünnwandig, in den äussern Partien stark cuticularisiert, im Lumen nicht verkieselt und nicht so mannigfaltig und regelmässig gestaltet wie die Kieselkurzzellen (38—45).

7. Zwischenzellen.

Sie sind zwischen die Reiszellen einiger Oryzeen (Reis, *Leersia*, *Hygroryza*) eingeschaltet, nicht besonders verkorkt, nicht inhaltsverkieselt, kürzer und dünnwandiger als die angrenzenden Langzellen.

II. Trichome.

8. Stachelhaare.

a) Basis längselliptisch, Spitze schief aufwärts gerichtet, gerade (52, 55) oder sichelförmig gekrümmt (54).

b) Basis kreisrund, Haarkörper plötzlich verjüngt in eine kurze, horizontale Spitze [*Olyra latifolia*, *Merostachys*, *Bambusa verticillata* (53), *Euchlaena* längs der Blasenzellstreifen].

9. Hackenhaare.

Kurz kegelförmig, Spitze hackenförmig umgebogen, nur bei *Pharus* und *Leptaspis* (56).

10. Borstenhaare.

a) Gewöhnliche, mit verbreitertem, polsterfreiem Fuss (57).

b) Polsterhaare, mit nicht verbreitertem Fuss, welcher sich durch eine Einschnürung vom Haarkörper absetzt und von einem einschichtigen, meist etwas vorspringenden Zellenhof umgeben wird (58).

c) Borstenhaare des Blattrandes von *Tragus racemosus*, mit verbreitertem Fuss und einer mehrschichtigen, basalen Hülle (Duval-Jouve, Histotaxie).

11. Weichhaare.

Haarfuss nicht verbreitert, vom Haarcylinder durch eine Einschnürung getrennt (59).

12. Winkelhaare.

Zweizellig, klein. Basalzelle im rechten Winkel gebogen (47).

a) Cylindrische: Am obern Ende der Basalzelle bisweilen ein Verdickungspfropf. Endzelle zart, mindestens so lang wie die Basalzelle (47, 48). Häufigste Form.

b) Keulige: Endzelle derb, kürzer als die Basalzelle (49).

c) Stachelhaarförmige: Selten (*Zoysia*, *Pappophorum* 50).

13. Spaltöffnungen.

a) Vierzellig: Regel.

b) Sechszellig: *Sesleria coerulea* (Tafel II, 16, 19).

Besonders charakteristisch für die Gramineenepidermis sind die Langzellen, die Kieselkurzzellen, die Korkkurzzellen, die einzelligen Stachelhaare, die zweizelligen Winkelhaare und die vierzelligen, eigentümlich gebauten Spaltöffnungen. (Letztere sind allerdings zugleich auch für einen Teil der Cyperaceen typisch [Schwendener].)

Winkelhaare (Scheiden und Niederblätter von *Nardus stricta*) und Stachelhaare (Blattspreiten zahlreicher Arten) sind bisweilen in grösserer Anzahl verkehrt (d. h. gegen die Blattbasis) gerichtet (Inversion). Normal und verkehrt gerichtete, im übrigen aber vollkommen gleichwertige Stachelhaare können in derselben Reihe mit einander alternieren. Die verkehrt gerichteten Stachelhaare sind immer in der Minderzahl.

Alle Elemente der Epidermis können Kieselkörper führen. Dieselben sind solid oder mehr oder weniger porös und bilden in der Regel einen vollständigen Ausguss des Lumens.

Bei Borsten- und Weichhaaren ist häufig bloss das Lumen des Fusses verkieselt. Die Kieselkörper sind in der Epidermis unregelmässig zerstreut (wenn man von den Kieselkurzzellen absieht), isoliert oder zu kleineren Gruppen oder zu grösseren Platten vereinigt.

Der Blattrand *(Leersia hexandra)*, die Blasenzellstreifen flacher Blätter (*Olyra latifolia*, Reis) und die Streifen über Parenchym auf der Unterseite *(Olyra latifolia, Leptaspis)* sind bevorzugte Stellen der Plattenbildung.

2. Topographie.

Die Blattepidermis zeichnet sich aus durch eine weitgediehene Differenzierung in parallele Streifen, Streifenfelder und Einzelreihen, welche gesetzmässig unter einander alternieren und sich durch die Qualität und Anordnung ihrer Elemente unterscheiden. Die verschiedene Beschaffenheit der subepidermalen Gewebe gab dazu jedenfalls den ersten Anstoss. In den einzelnen über Bast oder Assimilationsgewebe liegenden Epidermisbändern ist dann die Differenzierung weiter fortgeschritten, beeinflusst von andern, nicht näher bekannten Factoren.

Es existiren alle Übergänge von äusserst einfachen Typen, wo die Epidermis lediglich aus Langzellen (einerlei Qualität) und aus Spaltöffnungen besteht (*Phippsia* Tafel II, 1—4), bis zu hoch complicierten Formen, wie Reis, dessen Blattepidermis sich aufbaut aus Langzellen (von viererlei Qualität), Blasenzellen, Kieselkurzzellen (von dreierlei Qualität), Korkkurzzellen, Zwischenzellen, Stachelhaaren (von zweierlei Grösse), Borstenhaaren, Winkelhaaren und Spaltöffnungen. (Vergl. auch Tafel IX, 1 mit Tafel II, 1—4.)

In der Mehrzahl der Fälle kommen auf demselben Blatt Lang- und Blasenzellen, Kork- und Kieselkurzzellen, sowie Stachelhaare neben einander vor. Sehr häufig gesellen sich noch Winkelhaare (seltener auch Borstenhaare) hinzu.

Kurzzellen, Stachel- und Winkelhaare und Spaltöffnungen kommen entweder isoliert vor oder bilden charakteristische Gruppen. Die erstgenannte Art des Vorkommens ist für die Stomata typisch, letztere für die Kurzzellen, in zweiter Linie auch für Stachel- und Winkelhaare.

Typische Paare oder Gruppen:

A. Rein.

Korkkurzzellpaare und -gruppen *(Phragmites)*.

B. Gemischt.

1. Kork- und Kieselkurzzellen.*) Meist Paare. Zuvorderst liegt stets eine Kieselkurzzelle (Tafel IX, 1 b).
2. Stachelhaar-Winkelhaar-Paare. Vorn liegt jeweils das Stachelhaar. Bloss bei *Pogonatherum crinitum* (Tafel XIII, 9) in grösserer Anzahl.
3. Stachelhaarkurzzellpaare oder -gruppen. Zuvorderst liegt jeweils ein Stachelhaar (Tafel VII, 13).
4. Stomakurzzellpaare und -gruppen. Selten. Zuvorderst liegt jeweils die Spaltöffnung. *Festuca punctoria* (Tafel VII, 13).

Die Spaltöffnungen der Stomakurzzellgruppen und die Aculeoli der Stachelhaarkurzzellgruppen vertreten also die vorderste Kieselkurzzelle der gemischten Kurzzellgruppen.

Typische Reihen:

1. Reine Langzellreihen (Tafel VII, 11, 12).
2. „ Kurzzellreihen.
   a) Kork- und Kieselkurzzellen alternieren (Tafel III, 26).
   b) Zwischenzellen und Kieselkurzzellen alternieren (Tafel V, 13).
   c) Lauter Kieselkurzzellen (Tafel VI, 29).
   d) „ Korkkurzzellen (Tafel VII, 11).
3. Langzellkurzzellreihen.
   a) Langzellen alternieren mit gemischten Kurzzellpaaren (seltener -Gruppen). (Tafel V, 17.)
   b) Langzellen alternieren mit Korkkurzzellen (isoliert, Paare oder Gruppen). (Tafel VII, 10, 12.)
   c) „ „ „ Kieselkurzzellen (regelmässig isoliert). (Tafel VI, 29.)
4. Stomareihen.
   a) Spaltöffnungen und Langzellen (Regel).
   b) Spaltöffnungen, Lang- und Kurzzellen. *Anthaenantia, Phragmites, Festuca punctoria* (Tafel VII, 13).
5. Langzellkurzzellwinkelhaarreihen.
   Stomafreie Felder der Streifen über Parenchym. Zahlreiche Arten (Tafel I, 1).

Häufig treten in den erwähnten Reihen (excl. Nr. 1) noch Stachelhaare, seltener andere Trichomformen auf.

Typische Streifen:

1. Streifen über Bast (Summe aller Reihen über einer zusammenhängenden Bastmasse).
   a) Kurzzellen in zerstreuter Ordnung.
      α) Gemischte Paare in allen Reihen: *Zizaniopsis* (Tafel V, 17), *Stipa*.
      β) Isolierte oder zu Paaren bis Gruppen vereinigte Korkkurzzellen in allen Reihen: *Hierochloa alpina* (Tafel VII, 12).

*) Gesperrt sind relativ häufig wiederkehrende Typen.

b) Kurzzellen in reihig differenzierter Ordnung.

α) Langzellreihen wechseln mit gemischten Kurzzellreihen. Normalfall. *Trachypogon* (Tafel IV, 3), *Tragus* (Tafel IV, 5) u. v. a.

β) Langzellreihen wechseln mit reinen Kieselkurzzellreihen: *Ischaemum*, secundäre Baststreifen (Tafel III, 27).

γ) Langzellreihen wechseln mit reinen Korkkurzzellreihen: *Festuca spadicea* (Tafel VII, 11).

c) Streifen in ungleiche Felder differenziert: *Leersia hexandra*, Mittelnerv (Tafel V, 14), *Sesleria* (Tafel VII, 14 c, d, e), *Nardus* (Tafel I, $III_o + III_u$).

Am Blattrand und an grossen, zusammengesetzten Mittelnerven weichen häufig die Streifen über Bast durch Verteilung und relative Häufigkeit, seltener auch in der Form der Kieselkurzzellen von den entsprechenden Streifen der Blattfläche ab. (Tafel VI, 4, 5.)

2. Streifen über Parenchym (Summe aller Reihen zwischen zwei Streifen über Bast oder zwischen einem Streifen über Bast und dem benachbarten Blasenzellstreifen). [Von den selten fehlenden ein bis drei stomafreien Randreihen dieser Streifen wird in der folgenden Übersicht abgesehen!]

a) Spaltöffnungen in allen Reihen:
Anthaenantia, Ober- und Unterseite.

b) Spaltöffnungen null in allen Reihen.

α) Kurzzellen oder Trichome oder beiderlei Elemente vorhanden: *Sesleria*, Unterseite, *Nardus*, Unterseite (Tafel I, 1), u. v. a.

β) Lauter reine Langzellreihen: *Hierochloa alpina*, Unterseite (Tafel VII, 12).

c) Streifen dreifeldrig, über mestomfreien Blatträumen, auf der Blattunterseite: Ein mittleres, leeres *(Phalaris)* oder mit Kurzzellen und Trichomen ausgestattetes *(Oryza, Bambusa verticillata)*, stets stomafreies Feld scheidet zwei Stomafelder. (Tafel I, 6.)

d) Streifen drei- bis vielfeldrig, auf der Ober- oder Unterseite oder beiderseits. Die Felderung wird durch bastfreie Mestombündel bedingt. Über diesen fehlen Spaltöffnungen, zwischen denselben treten solche auf (Tafel VII, 14 a, b). Mais, *Tripsacum*, *Ischaemum*, *Setaria*.

3. Blasenzellstreifen.

a) Rein: Mehrzahl der Arten, z. B. *Oryza latifolia* (Tafel IX, 1).
b) Mit Polsterhaaren: *Beckera* u. v. a.
c) Mit Winkelhaaren: *Nardus* (Tafel I, 1).

3. Beziehungen zum System und zu Klima und Standort.

a) System.

1. In bestimmten Tribus sind bestimmte Kieselzellformen vorherrschend, nämlich:

Zellen des Hanteltypus (meist Hanteln, in zweiter Linie auch Kreuze und Knotenzellen) bei 100 % der Maydeen (5 Species), bei 94 % der Andropogoneen (17 von 18 Species) und bei 90 % der Paniceen (17 von 19 Species).

Sattelzellen bei 62 % der Chlorideen (13 von 21 Species) und bei 80 % der Bambuseen (8 von 10 Species).

Reiszellen bei 60 % der Oryzeen (6 von 10 Species).

Doch gehört keine dieser Kieselzellformen einer dieser Tribus ausschliesslich an. Sattel- und Hantelzellen treten ausserdem noch in zahlreichen andern Tribus auf. Reiszellen ausserhalb der Oryzeengruppe nur noch bei der Panicee *Isachne arundinacea* atypisch. Systematisch ist die Gruppe der Reiszellen führenden Oryzeen noch dadurch interessant, dass sie aus lauter typischen, wasserliebenden, naheverwandten Oryzeenarten *[Zizaniopsis, Zizania, Oryza, Leersia* (2 Species), *Hygroryza]* besteht, welche ausserdem alle mit Papillen und äusserst reichlichen Cuticularzäpfchen ausgestattet sind. Alle übrigen, „reiszellfreien" Oryzeen stehen entweder am Anfang *(Pharus, Leptaspis, Luziola)* oder am Ende *(Lygeum)* der Tribus.

Verschiedene Arten derselben Gattung führen bald gleiche [*Leersia virginica* und *L. hexandra* (Tafel V, 2, 3)], bald vollständig verschiedene Kieselkurzzellen [*Isachne arundinacea* (Tafel V, 19—21) und *I. australis* (Tafel VI, 2, 3)].

2. Keulige Winkelhaare sind für die Chlorideen und Zoysieen charakteristisch. Sie finden sich bei der Mehrzahl der winkelhaarführenden Arten dieser Tribus, ausserdem aber auch bei der Oryzee *Lygeum Spartum*.

3. Verzeichnis der Arten mit charakteristischen, anatomischen Merkmalen.

Andropogoneen.

Pogonatherum crinitum. Stachelhaare (über Bast) in der Regel mit Winkelhaaren gepaart (Tafel VI, 8). Einzige Art unter den Andropogoneen mit viereckigen Kieselzellen (Tafel VI, 8—10).

Themeda gigantea (untere Partie der Spreite). Assimilationsgewebe an der Blattoberseite in der Nähe des Mittelnervs auf kleine, subepidermale Nester eingeengt. Spaltöffnungen nur über diesen (Tafel II, 15).

Zoysieen.

Aegopogon pusillus. Stachlige Kieselkurzzellen in den Blasenzellstreifen (!) der Oberseite (Tafel VI, 37).

Tragus racemosus. Die grösseren Randstachelhaare sind unten von einer zu unterst mehrschichtigen Zellscheide umhüllt. (Sattelzellen.*) (Tafel X, 56a, Tafel IV, 5.)

Zoysia pungens. Winkelhaare mit stark erweitertem Fuss und kurzer, hütchenförmiger Endzelle. (Sattelzellen.) (Tafel VIII, 9.) (Vergl. unten *Pappophorum*.)

*) Die eingeklammerten Merkmale sind bloss relativ, gemeinsam mit den übrigen, charakteristisch.

Tristegineen.

Arundinella arenacea. Quadratische bis rechteckig-längsgestreckte Kieselkurzzellen mit spitzen Ecken auf der Blattunterseite, mit gerundeten auf der Blattoberseite (Tafel VI, 13, 14). Ohne Stachel-Winkelhaarpaare (gegen *Pogonatherum!*).

Beckera nubica. Randstachelhaare mit stark verkieselten, frei ins Lumen vorspringenden, warzigen Höckern (Tafel XXIV, 15). (Immer?)

Paniceen.

Anthaenantia lanata. Die Blatträume zwischen den I-Trägern werden von zahlreichen stereomfreien Mestombündeln verschiedenster Mächtigkeit durchwuchert (Tafel II, 13, 14). In allen Stomareihen treten Kurzzellen charakteristisch häufig auf.

Amphicarpum Purshii. Die Kieselkurzzellen der Streifen über Bast auf der Blattfläche sind hantelförmig und mit Korkkurzzellen zusammen nach Typus III geordnet. Die Kieselkurzzellen über dem Baststrang des Blattrandes sind bedeutend grösser, haben die Form abgestumpfter Pyramiden (für die Art charakteristisch!), sind nach Typus I geordnet und isoliert oder mit Korkzellen gepaart (Tafel VI, 4—7).

Isachne arundinacea. „Querzellen" im Mittelfeld der Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite (Tafel II, 5). Einzige Art mit reiszellenähnlichen Kieselzellen (Tafel V, 21) ausserhalb der Tribus der Oryzeen.

Isachne australis. Einzige Art mit Sattelzellen, deren Einsattelung quer (zur Längsaxe des Blattes) verläuft (Tafel VI, 2, 3).

Ichnanthus pallens. Die primären und secundären Streifen über Bast auf der Blattunterseite sind ungleich gebaut. Beide enthalten reine Kurzzellreihen; diejenigen der ersteren bestehen aus breiten Hantelzellen und Korkkurzzellen, die der letztern aus lauter schmalen, meist dreiknopfigen Kieselkurzzellen. Die Parenchymstreifen beider Blattseiten führen charakteristisch geformte, meist isolierte, kreuzförmige Kieselkurzzellen (Tafel VI, 27—29).

Tricholaena rosea. Die kegelförmigen Stachelhärchen stehen nicht selten zu zwei bis drei beisammen.

Stenotaphrum glabrum. Unter der untern Epidermis liegt eine continuierliche, mehrschichtige Lage Wassergewebe (Tafel II, 12).

Olyra latifolia. In den Streifen über Parenchym liegen zahlreiche quergestreckte, relativ grosse, regelmässig mit Korkzellen gepaarte Kieselzellen (Tafel VI, 35; IX, 1).

Oryzeen.

Pharus scaber (Tafel III, 24, 25) und *Leptaspis conchifera* (Tafel IV, 1). In den Streifen über Parenchym auf der Blattunterseite liegen zwischen den gewöhnlichen, rectagonalen Langzellen zahlreiche bastförmige Epidermiszellen, welche Kurzzellreihen zwischen sich fassen, die bei *Pharus* ausschliesslich aus Kieselzellen, bei *Leptaspis* aus Kiesel- und Korkzellen bestehen. Die Streifen über Bast bestehen bei beiden Arten ausschliesslich aus Kurzzellen und bastförmigen Epidermiszellen. Beide Arten führen oberseits gegen den Blattrand hin „Hackenhaare" (Tafel VIII, 25, 26).

Luziola peruviana. In den Streifen über Bast auf der Oberseite kommen Langzellen vor mit Cuticularzäpfchen, welche den Scheitel der auswärts gewölbten Aussenwand freilassen (Tafel VIII, 33).

Zizaniopsis Arechavaletae. Obere und untere Epidermis über Bast und Assimilationsgewebe sehr gleichförmig gebaut (abgesehen von den Spaltöffnungen). Langzellen über Bast und Parenchym ungefähr gleich hoch und breit! (Tafel II, 6.)

Hygroryza aristata. Dicht mit Cuticularwärzchen besetzte Papillen (Tafel X, 11). [Typische Reiszellen mit schmalem Mittelstück (Tafel V, 8).]

Lygeum Spartum. Auffallend grosse, 90—100 μ lange, keulenförmige Winkelhaare. [Zapfenförmige Kieselzellen auf der Unterseite, mehr viereckig plattenförmige oberseits (Tafel V, 22—24, 30, 31).]

Phalarideen.

Hierochloa alpina. Ohne Kieselkurzzellen. In den Streifen über Bast auf der Blattunterseite grosse, längselliptische, isolierte oder gepaarte Korkkurzzellen. Reine Langzellstreifen über Parenchym, Unterseite (Tafel VII, 4, 12).

Agrostideae.

Phleum Michelii. In den Streifen über Bast beider Blattseiten zahlreiche Kieselkurzzellen, welche in der Mitte stets eine Papille führen (Tafel VI, 15).

Aveneae.

Eriachne chinensis. Über Bast alternieren grosse Korkkurzzellen mit charakteristisch geformten, quergestreckten, kleineren Kieselkurzzellen (Tafel VI, 16).

Chlorideen.

Spartina juncea. Oberseite mit zahlreichen, einfachen und verästelten Papillen über Langzellen und Korkzellen.

Festuceen.

Pappophorum Arechavaletae. Stachelhaarförmige Winkelhaare (Tafel XIX, 12). (Sattelzellen.)

Sesleria coerulea. Spaltöffnungen sechszellig (Tafel XXII, 1, 3).

Phragmites communis. Sattelzellen! (Einzige Art unter den einheimischen Gräsern.) Weichhaare mit Korkkurzzellen gepaart.

Molinia coerulea. Einzige unter den einheimischen Arten mit typischen (grossen!) Hantelzellen.

Glyceria fluitans. Stachelhaarartig papillöse Zellen auf dem Scheitel der Blattprismen (Tafel XXI, 5).

Festuca punctoria. Auf der Blattunterseite ein continuierlicher Bastbeleg. Blattoberseite bastfrei. Spaltöffnungen und Stachelhaare der oberen Epidermis meist mit ein bis zwei Korkzellen gepaart (Tafel XVIII, 4).

Festuca thalassica. Spaltöffnungen der Blattoberseite in eine taschenförmige, aufwärts offene Vertiefung eingesenkt (Tafel VIII, 35). Blätter fleischig!

Hordeen.

Oropetium Thomaeum. Einzige Art unter den Hordeen mit stark quergestreckten Sattelzellen.

Bambusen.

Bambusa gracilis. Einzige Bambuse mit Hantelzellen. (Übrige mit Sattelzellen!)
Merostachys Kunthiana. Einzige Bambuse ohne Kieselkurzzellen.

b) Klima und Standort.

1. Die Gräser der tropischen und subtropischen Zone zeichnen sich aus vor denjenigen der gemässigten und kalten Zone durch einen grösseren Reichtum an Kieselkörpern in der Blattepidermis, speciell durch zahlreichere, charakteristischer gestaltete Kieselkurzzellen (hauptsächlich Kreuz-, Hantel-, Sattel- und Reiszellen).

Die Kieselzellen der Arten der kälteren Zonen sind meist rundlich, elliptisch oder viereckig. Frappante Ausnahmen sind *Molinia coerulea* und *Buchloe dactyloides.* Erstere führt zahlreiche, typische Hantelzellen, letztere reichlich Sattelzellen.

Unsere nördlichen Wald- und Wiesengräser führen regelmässig Kieselkurzzellen, bald spärlich, bald reichlicher.

Kieselkörperfrei (inclusive Kieselkurzzellen) erwiesen sich verschiedene nordische Arten *(Hierochloa alpina, Festuca thalassica, Phippsia, Trisetum, Colpodium),* ferner die Zwerggräser *Mibora, Coleanthus, Chaeturus* und die tropischen Gattungen *Garnotia* und *Merostachys.*

Die Feuchtigkeit des Standortes scheint keinen hervorragenden Einfluss auf die relative Häufigkeit der Kieselkörper in der Epidermis auszuüben. Dafür sprechen vergleichende, nasse und trockene Maisculturen, sowie die Thatsache, dass nicht nur die Mehrzahl der trockenes Land bewohnenden, südlichen Arten, sondern auch die auf sumpfigem Substrat vegetierenden Oryzeen (Reis, *Zizania, Leersia, Hygroryza* flutend!) reichlich mit Kieselkurzzellen ausgestattet sind.

2. Winkelhaare finden sich in der Regel bei tropischen Gräsern und fehlen in der Regel den Arten der kälteren Zonen. [*Hierochloa borealis* (Standort: Zürich) führt auffallenderweise Winkelhaare, allerdings nur spärlich.]

3. Dasselbe gilt für die Polsterhaare.

Neu für die Gramineen ist unter den aufgeführten Resultaten Folgendes:

Morphologie.

1. Langzellen mit gewölbter, partiell mit Cuticularwärzchen besetzter Aussenwand. *Luziola peruviana.*

2. Langzellen, welche Papillen und Cuticularzäpfchen zugleich tragen, und zwar neben einander (Reis) oder über einander *(Hygroryza aristata),* sowie Lang- und Korkzellen mit verästelten Papillen (Oberseite von *Spartina juncea*).

3. Bastförmige Epidermiszellen, welche direct über Assimilationsgewebe liegen und mit den Enden sich zwischen gewöhnliche Langzellen einkeilen *(Pharus scaber, Leptaspis conchifera).*

4. „Querzellen", d. h. quergestreckte Zellen, welche nicht den Charakter von Kurzzellen haben, sondern für sich allein (an Stelle von Langzellen) auf der Unterseite von *Isachne arundinacea* breite Felder über Parenchym bilden.

5. Die morphologische und chemische Charakteristik der Kork- und Kieselkurzzellen.

6. Die „Hackenhaare" von *Pharus* und *Leptaspis.*

7. Nachweis zweizelliger „Winkelhaare" bei den Blättern der Gramineen und Charakteristik der drei Unterformen (cylindrische, keulige, stachelhaarförmige).

8. Verkehrte Richtung zahlreicher Stachelhaare der Blattfläche verschiedener Arten und vieler Winkelhaare der Niederblätter von *Nardus stricta.*

9. Sechszellige Spaltöffnungen. *Sesleria coerulea.*

10. Intracelluläre Kieselkörper in der Epidermis der meisten Gräser. (Intra- und intercelluläre Kieselkörper im Mesophyll verschiedener Arten.)

Topographie.

1. Langzellen von über Bast und Parenchym gleichem Querschnitt bei *Zizaniopsis Arechavaletae* (ganzes Blatt) und bei *Amphicarpum Purshii* (Blattrand).

2. Charakteristische, in bestimmten Epidermisstreifen häufig wiederkehrende Gruppen, gebildet von Kurzzellen allein [lauter Korkkurzzellen oder häufiger (bereits von De Bary angedeutet) Kiesel- und Korkkurzzellen zugleich], oder von Kurzzellen und Trichomen (vorn Stachel-, Borsten-, Weich- und Winkelhaare, hinten meist Korkkurzzellen), oder von Kurzzellen und Spaltöffnungen (diese vorn, Korkkurzzellen hinten), oder von Trichomen allein (Stachelhaare allein oder Stachel- und Winkelhaare zugleich, letztere hinten).

3. Nachweis der allgemeinen Verbreitung der Kurzzellen in den Streifen über Bast und Parenchym zahlreicher Arten (gegen Duval-Jouve).

4. Nachweis zweier Haupttypen der Anordnung der Kurzzellen über Bast:

   a) „Gemischte Paare" zerstreut in allen Reihen.

   b) Differenzierung der Reihen in reine (trichom- und kurzzellfreie) Langzellreihen und in reine oder Trichome führende Kurzzellreihen. Die Langzellen sind regelmässig stark längsgestreckt. In den Kurzzellreihen wechseln in der Regel ziemlich regelmässig Kork- und Kieselkurzzellen. Selten bestehen dieselben aus lauter Kork- oder aus lauter Kieselkurzzellen.

In breiten Streifen über Bast (besonders der Mittelnerven) verkümmern oder schwinden oft alle Kurzzellen oder wenigstens die Kieselzellen, speciell in der Breitenmitte der Streifen.

5. In den Streifen über Parenchym liegen die Kurzzellen meist einzeln oder zu zweien, selten zu mehreren zwischen den Langzellen.

Einzige Ausnahmen: *Pharus scaber* und *Leptaspis conchifera* mit reinen, von bastförmigen Epidermiszellen begleiteten (!) Kurzzellreihen über Assimilationsgewebe, beiderseits oder bloss unterseits.

6. Bei *Digitaria sanguinalis* liegen oberseits über (!) den bastfreien Mestombündeln regelmässig Spaltöffnungen.

7. Die Blasenzellstreifen von *Nardus stricta* führen zahlreiche Winkelhaare in der Mitte, die von *Bambusa verticillata* am Rande.

System.

1. Gewisse Kieselzellformen treten in gewissen Tribus auffallend häufig auf, nämlich die Hantelzellen bei den Maydeen, Andropogoneen und Paniceen, die Reiszellen bei den Oryzeen, die Sattelzellen bei den Chlorideen und Bambuseen.

Die Form der Kieselzellen bei verschiedenen Arten derselben Gattung ist bald gleich oder ähnlich *(Leersia hexandra, L. virginica)*, bald total verschieden *(Isachne arundinacea, I. australis)*.

2. Keulige Winkelhaare treten vorwiegend, aber nicht ausschliesslich bei den Zoysieen und Chlorideen auf.

Klima und Standort.

1. Die Anatomie der Epidermis zeigt deutliche Beziehungen zur geographischen Breite der Artenheimat. Es lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden:

a) Gräser der Tropen und Subtropen.

Die Mehrzahl zeichnet sich aus durch verhältnismässig zahlreiche Kieselkörper, speciell Kieselkurzzellen von der Form der Kreuz-, Hantel-, Sattel- und Reiszellen, sowie durch den Besitz von Winkelhaaren. Zahlreiche Arten führen Polsterhaare.

b) Gräser der nördlichen, gemässigten und kalten Zonen.

Sie sind viel ärmer an Kieselkörpern und entbehren meist der Winkel- und Polsterhaare.

2. Die Feuchtigkeit des Standortes scheint keinen wesentlichen Einfluss auf die Massenentwicklung der Kieselkörper in der Epidermis auszuüben.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im botanischen Institut des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich ausgeführt. Es sei mir gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Carl Schröter, an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen für die Unterstützung und das Interesse, deren ich mich während der Abfassung dieser Arbeit stets zu erfreuen hatte. Auch den Herren Professor Dr. C. Cramer, Vorstand des botanischen Instituts, Professor J. Jaggi † und Dr. Stebler, Vorstand der eidgenössischen Samencontrollstation in Zürich, bin ich für Ratschläge und freundliche Überlassung des Untersuchungsmaterials zu vielem Danke verpflichtet.

Litteraturverzeichnis.

Blatt.

1. Ambronn, H., Über Poren in den Aussenwänden der Epidermiszellen. Pringsheims Jahrb. XIV. 1884.
2. Areschoug, Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Structur der Blattorgane. Englers Jahrbücher für Systematik etc. II. Bd. 1882.
3. De Bary, A., Über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeitg. 1871. (Speciell p. 149.)
4. I. Duval-Jouve, Étude anatomique de quelques Graminées et en particulier des *Agropyrum* etc. Mém. de l'Acad. d. sc. et d. lett. de Montpellier. T. VII. 1869.
5. II. — —, Bull. de la soc. bot. de France. T. XVIII.
6. III. — —, Histotaxie des feuilles de Graminées. Ann. des sc. nat. 6e série. T. I. 1875.
7. Guntz, H. E. M., Die anatomische Structur der Gramineenblätter in ihren Beziehungen zu Klima und Standort. Dissertation. Leipzig 1886.
8. I. Hackel, E., Vierteljahrsschrift des ungarischen Nationalmuseums. October 1878.
9. II. — —, Die Lebenserscheinungen unserer Gräser. 15. Jahresber. der niederösterr. Landesoberrealschule etc. in St. Pölten. 1878.
10. III. — —, Monographia Festucarum. Kassel 1882.
11. IV. — —, Gramineae. Engler u. Prantl, Nat. Pflanzen-Fam. II. Teil. 2. Abteilung. 1887.
12. V. — —, Andropogoneae. De Candolle. Prodromus. Vol. VI. Paris.
13. I. Haberlandt, G., Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems. Leipzig 1879.
14. II. — —, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems. Pringsheims Jahrb. XIII. 1882.
15. Holm, Theo, A study of some anatomical characters of North American Gramineae. *(Uniola, Distichlis, Pleuropogon.)* Botanical Gazette. Vol. XVI. 1891.
16. Kareltschikoff, Bull. de la soc. impériale des naturalistes de Moscou. 1866. (Armpalissaden von *Bambusa.*)
17. Kerner, A. von, Pflanzenleben.
18. I. Kny, Über einige Abweichungen im Bau der Leitbündel der Monocotylen. Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. XXIII. 1881.
19. Kohl, F. G., Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889.
20. Lermer u. Holzner, Beiträge zur Kenntnis der Gerste. München 1888.
21. Mohl, H. v., Über das Kieselskelett lebender Pflanzenzellen. Bot. Zeitg. 1861. p. 209 u. ff.
Weitere Litteratur über Verkieselung siehe Kohl.
22. Paratore,*) E., Movimenti fogliari delle Graminacee. Note preliminare. Estr. del Rendiconto del sess. del real. acad. del scienz. del instituto di Bologna. 1894.

22a. — —, *Gynerium argenteum.* Note anatomo-biologiche. Contribuz. alla biologia vegetale. Fasc. I. 1894. p. 93.

*) Die Arbeiten von Paratore waren mir leider nicht zugänglich.

23. Pfitzer, E., Beiträge zur Kenntnis der Hautgewebe der Pflanzen. Pringsheims Jahrb. VII u. VIII: I. Über die Spaltöffnungen der Gräser. Pringsheims Jahrb. VII. 1870.
24. Potonié, Entwicklung der Leitbündelanastomosen in den Laubblättern von *Zea Mays*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. IV. 1886.
25. I. Schwendener, S., Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen. Leipzig 1874.
26. II. — —, Die Spaltöffnungen der Gramineen und Cyperaceen. Sitzungsber. d. königl. preuss. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1889. VI.
27. III. — —, Die Mestomscheiden der Gramineenblätter. Sitzungsber. d. königl. preuss. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1890. XXII.
28. Stahl, Pflanzen und Schnecken. Jena 1888.
29. Stebler u. Schröter, Die besten Futterpflanzen. 3 Bände. Zürich 1883—89. (Blattquerschnitte.)
30. Strassburger, Ed., Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891.
31. I. Tschirch, Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort etc. Linnaea. IX. p 176.
32. II. — —, Beiträge zur Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter. Pringsheims Jahrb. XIII. 1882.
33. Volkens, Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin 1887.
34. I. Westermaier, Untersuchungen über den Bau und die Function des pflanzlichen Hautgewebes. Sitzungsber. d. königl. preuss. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1882. XXXVIII.
35. II. — —, Über Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebesystems. Pringsheims Jahrb. XIV. 1884.
36. Weiss, A., Die Pflanzenhaare. Karsten: Bot. Unters. Bd. I. 1867.
37. I. Wiesner, J., Mikroskopische Untersuchung der Maislische und der Maisfaserprodukte. Dinglers polytechn. Journal. Bd. 175. 1865.
38. II. — —, Anatomisches und histochemisches über das Zuckerrohr. Karsten: Bot. Unters. I. 1866.
39. III. — —, Einleitung in die technische Mikroskopie. p. 124. 1867.

Rhizom.

40. IV. Duval-Jouve, Sur les parois cellulaires du *Panicum vaginatum* Godr. Bull. de la soc. bot. de France. T. XVI. 1869.
41. V. — —, Sur quelques tissus de *Juncus* et de Graminées. Bull. de la soc. bot. de France. T. XVI. 1869.
42. Pérard, M. A., Étude anatomique de l'*Agropyrum caesium* Presl.

Halm.

43. Cohn, Ferd., Über Tabaschir. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. IV. Heft 3.
44. Cramer, C., Über Bau und Wachstum des Gras- und Getreidehalms. Neujahrsblatt der naturf. Gesellschaft in Zürich.
45. Falkenberg, P., Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotylen. Stuttgart 1876.
46. Guillaud, A., Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissues de la tige des Monocotyledones. Paris 1878.
47. Hohenauer, Fr., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Bau des Stammes bei den Gramineen. Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Ges. in Wien. XLIII. 1893.
48. II. Kny, Leitbündel im Innern des Stengels von *Saccharum officinarum*. Wandtafeln. T. IX. Berlin 1874.

Inflorescenzachsen.

49. Dutailly, G., Sur la structure des axes d'inflorescences des Graminées. Bull. soc. Linn. Paris. 1874.
50. Klein, O., Beiträge zur Anatomie der Inflorescenzachsen. Jahrb. d. königl. bot. Gartens u. d. bot. Mus. in Berlin. Bd. IV. 1886.

Spelzen

51. Darwin, Fr., On the hygroscopic mechanism by wich certain seeds etc. Transact. of the Linn. Soc. of London. Vol. I. Ser. II. 1876.
52 VII. Duval-Jouve, Étude anatomique sur l'arête des graminées. Mém. de l'Acad. d. sc. et d. lett. de Montpellier. T. VIII. 1871.
53. Harz, Landwirtschaftl. Samenkunde. Berlin 1885.
54. Hildebrand, Schleuderfrüchte. Pringsheims Jahrb. IX.
55. I. Hohnel, F. v., Vergleichende Untersuchung der Epidermis der Gramineenspelzen. Wiss.-pract. Unters. a. d. Gebiet d. Pflanzenbaues. Bd. I. Wien 1875.
56. II. — —, Über eine eigentümliche Verbindung des Hypoderma mit der Epidermis. l. c.
57. I. Moller, Microscopie der Cerealien. Pharmaz. Centralhalle. 1884.
58. II. — —, Microscopie der Nahrungs- und Genussmittel.
59. Zimmermann, Über mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte. Pringsheims Jahrb. XII. 1882.
60. Zoebel u. Mikosch, Die Function der Grannen der Gerstenähre. Sitzungsber. d. kais. Acad. d. Wiss. Bd. CI. Heft IX u. X. Wien 1892.
61. Zoebel, Beiträge zur Entwicklung des Gerstenkorns. Österr. Zeitschr. f. Bierbr. etc. 1890. Nr. 23—28.

Cyperaceen.

62. Duval-Jouve. Bull. de la soc. bot. de France. T. XVIII.
63. — —. Bull. de la soc. bot. de France. T. XX.
64. — —, Comptes rendus. 1872. 1. Avr.
65. — —, Étude histotaxique des Cypérus de France. Mém. de l'Acad. d. sc. et d. lett. de Montpellier T. VIII. 1875. p. 227.

Verzeichnis der untersuchten Arten.

Zeichenerklärung.

H = Blatt eines blühenden oder fructificierenden Halmes.
L = Blatt eines (sterilen) Laubtriebes.
V.-F. d. eidg. S.-C.-St. = Versuchsfeld der eidgenössischen Samencontroll-Station in Zürich.
Die eingeklammerten Zahlen geben die Anzahl der untersuchten Arten der betreffenden Tribus.

			Figuren.
	I. Maydeae (5).		
1.	*Euchlaena mexicana* Schrad.	H Hort. Goetting.	
2.	*Zea Mays* L.	L u. H Zürich	VI, 23 a, b; IX, 29; VII, 15—18, 2; VIII, 17—18
3.	*Tripsacum dactyloides* L.	H Hort. Goetting.	VI, 24; VIII, 6, 20, 28
4.	*Polytoca bracteata* R. Br.	H Tonkin	III, 1—3; VI, 21; VIII, 7
5.	*Coix Lacryma* L.	H i. Mte. Nilghiri (Ind. or.)	II, 9; III, 20, 22; VI, 20, 25
	II. Andropogoneae (18).		
6.	*Dimeria ornithopoda* Trin.	H i. Mte. Khasia Reg. trop. (Asien)	
7.	*Imperata cylindrica* L.	L Cypern	
8.	*Saccharum aegyptiacum* Willk.	H Egypten	VII, 10; IX, 2, 3
9.	*Erianthus japonicus* Beauv. I.	H i. Mte. Khasia Reg. temp.	
	„ „ v. *zebrina* II.	L Hort. Turic.	
10.	*Spodiopogon sibiricus* Trin.	H Ussuri (Amurland)	III, 21; VII, 1; IX, 4
11.	*Pogonatherum crinitum* Trin.	L i. Mte. Khasia Reg. trop.	VI, 8—12
12.	*Rottboellia hirsuta* Vahl	H Heluan (Egypten)	
13.	*Manisuris granularis* Sw.	H Abyssinien	
14.	*Ischaemum petiolare* Hack.	H i. Mte. Khasia	III, 16
15.	*Pectinaria ophiuroides* Hack.	L Tonkin	VI, 31
16.	*Apluda aristata* L.	H Malabar	
17.	*Trachypogon ligulare* Nees ab E.	H Veracruz	III, 9; IV, 3
18.	*Elionurus candidus* Hack.	L Montevideo	III, 11
19.	*Arthraxon lanceolatus* Hochst.	L Tonkin	
20.	*Andropogon Gryllus* L.	L Hort. Turic.	VI, 26

21. *Andropogon Ischaemum* L.		V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	III, 13, 19
22. *Themeda gigantea* Hack.	H	Tonkin	II, 15
23. *Iseilema Weightii* Anders.	H	Panjab Reg. trop. (Ind. or.)	
		III. **Zoysieae** (6).	
24. *Anthephora elegans* Schreb.	L	Hort. Bonn.	
25. *Aegopogon pusillus* Beauv.	H	Bogotà (S.-Am.)	VI, 37, 38
26. *Tragus racemosus* Desf.	L	Bozen	IV, 5—8; X, 56a
27. *Latipes senegalensis* Kth.	L	Afrika	VIII, 10
28. *Perotis latifolia* Ait.	L	Tonkin	III, 10
29. *Zoysia pungens* Willd.	L u. H	Tosa (Japan)	IV, 10, 9, 13; VIII, 9
		IV. **Tristegineae** (4).	
30. *Arundinella anomala* Steud.	H	Tosa	
31. „ *avenacea* Munro	L	i. Mte. Khasia Reg. trop.	VI, 13—15
32. *Melinis minutiflora* Beauv.	H	Brasilien	
33. *Beckera nubica* Hochst.	H	Aethiopien	IX, 21
		V. **Paniceae** (19).	
34. *Reimaria purpurascens* L.	H	Hort. Goetting.	III, 17
35. *Anthaenantia lanata* Beauv.	L	Montevideo	II, 13, 14
36. *Amphicarpum Purshii* Mett.		New-Jersey	VI, 4—7
37. *Isachne arundinacea* Gries.	H	Portorico	II, 9, 5, 15; VII, 7; IX, 5
38. „ *australis* R. Br.		Tonkin	VI, 2, 3
39. *Eriochloa annulata* Kth.	L	Uruguay	III, 26; VI, 22; VII, 5
40. *Digitaria sanguinalis* L.		V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	II, 23; III, 6 8
41. *Panicum cruciforme* Steud.	L	„ „ „ „	
42. *Ichnanthus pallens* Munro	L	Portorico	III, 27; VI, 29; VI, 27, 28
43. *Tricholaena rosea* Nees ab E.	H:	Hort. Turic. L: Ostafrika	VIII, 16; IX, 22, 27
44. *Oplismenus undulatifolius* R. et S.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	III, 15
45. *Setaria viridis* Beauv I.	L	Nimes (Frankreich)	
„ „ „ II.	H	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
46. *Cenchrus tribuloides* L.	L	Uruguay	II, 10; VII, 19, 20
47. *Pennisetum villosum* Brown = *P. longistylum* hort.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
48. *Chamaeraphis spinescens* Munro	L	Tonkin	
49. *Stenotaphrum glabrum* Trin.	L	Montevideo	II, 12
50. *Spinifex hirsutus* Lab.	H	Adelaide (Australien)	
51. *Olyra latifolia* L.		Portorico	VI, 35; IX. 1, 10—15, 17
52. „ *micrantha* H. B. et K.		Rio de Janeiro	III, 5

VI. **Oryzeae** (10).

53. *Pharus scaber* H. B. et K.		Surinam	III, 23—25
54. *Leptaspis conchifera* Hack.	H	Goldküste (Westafrika)	IV, 1, 2; VIII, 26
55. *Luziola peruviana* Juss.	L	Montevideo	VI, 34; VIII, 33; IX, 9
56. *Zizaniopsis Arechavaletae* Hack.	H	Uruguay	II, 6; V, 17, 18
57. *Zizania aquatica* L.	H	Nordamerika	V, 16; VIII, 34
58. *Oryza sativa* L. I.			
„ „ II.	2. H	Nubien, Piemont, Japan	V, 5, 6, 10, 11, 13
„ „ III.			
59. *Leersia virginica* Willd.	H	Minnesota	IX, 7, 8, 19
60. „ *hexandra* Sw.	H	Montevideo	V, 1—4; V, 14; IX, 30
61. *Hygroryza aristata* Retz.		Untere Gangesebene (Ind. or.)	V, 8; VI, 36
62. *Lygeum Spartum* L.	L	Algier	V, 22—24, 30, 31; VI, 30; VIII, 11

VII. **Phalarideae** (7).

63. *Ehrharta Microlaena* Nees ab E.	L	Cap	II, 11
64. „ *panicea* Smith	H	Hort. Petrop.	
65. *Phalaris arundinacea* L. gen.	L	Hort. Turic.	V, 28, 29; VI, 1; VI, 32, 33; IX, 18
65a. „ „ var. *picta*	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St. Zürich	
66. *Anthoxanthum odoratum* L.			
67. „ *Puelii* Lec. et Lam.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	VIII, 21; IX, 3a
68. *Hierochloa borealis* R. et S.	L	„ „ „ „	
69. „ *alpina* R. et S.		Arct. Norwegen	VII, 3, 4, 12

VIII. **Agrostideae** (33).

70. *Aristida congesta* R. et S.	L	Gross-Nama-Land (Afrika)	
71. *Stipa pennata* L.	L	Wallis (Schweiz)	
72. *Lasiagrostis Calamagrostis* Link.	L	Graubündten (Schweiz)	
73. *Piptatherum paradoxum* Rchb. (*Oryzopsis* Michx.)	L	Pola (Istrien)	
74. *Nassella trichotoma* Hack.	L	Montevideo	
75. *Piptochaetium bicolor* Desv.	L	„	
76. *Milium effusum* L.	H	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
77. *Muehlenbergia mexicana* Trin.	L	Vermont (N.-Am.)	
78. *Brachyelytrum aristatum* Beauv.	H	Virginien	
79. *Podophorus bromoides* Phil.	H	Juan Fernandez (Chili)	
80. *Cornucopiae cucullatum* L.	H	Smyrna	
81. *Crypsis aculeata* Ait.	H	Sarepta (Kaukasus)	
82. *Phleum Michelii* All.	H	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	VI, 19

83. *Echinopogon ovatus* Beauv.	H	Tasmanien	
84. *Alopecurus pratensis* L.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
85. *Mibora verna* Adans.	L u. H	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
86. *Coleanthus subtilis* Seid.	H	Böhmen	
87. *Phippsia algida* Brown	L	Grönland	II, 1—4
88. *Sporobolus pungens* Kth.	L	Corsica (Strand.)	
89. *Chaeturus fasciculatus* Link.	L	Hort. Bonn.	
90. *Polypogon monopeliensis* Desf.	L	Derbent (Kaukasus)	
91. *Garnotia (Berghausia) adscendens* Munro	L	i. Mte. Khasia Reg. temp.	
92. *Cinna pendula* Trin.	H	Helsingland	
93. *Agrostis vulgaris* L.	H	Zürich	
94. *Gastridium lendigerum* Guss.	L	Hort. Goetting.	
95. *Triplachne nitens* Link.	H	Unteregypten	
96. *Calamagrostis tenella* Host.	L	Cresta (Schweiz)	
97. „ *phragmitoides* Hartm.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	VIII. 27
98. *Ammophila arundinacea* Host.	L	„ „ „ „	VIII. 22
99. *Apera Spica venti* Beauv.	H	„ „ „ „	
100. *Dichelachne stipoides* Hf.	L	Tasmanien	
101. *Pentapogon Billardieri* Brown	H	„	
102. *Lagurus ovatus* L.	H	Alexandria	
		IX. **Aveneae** (16).	
103. *Holcus lanatus* L.	L	Schweiz	
104. *Eriachne chinensis* Hance	L	Tonkin	VI, 16
105. *Airopsis globosa* Desv.	H	Florenz	
106. *Aira caryophyllea* L.	H	Isola bella (Italien)	
107. *Antinoria agrostidea* Parl.	L	Sierra Estrella (Portugal)	
108. *Molineria minuta* Parl.	H	Escorial (Spanien)	
109. *Eriachne Eklonii* Nees ab E. (*Achneria* Munro)	H	Cap	
110. *Corynephorus canescens* Beauv.	L	Nürnberg	
111. *Deschampsia caespitosa* Beauv.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
112. *Trisetum distichophyllum* Beauv.	L	Cresta	
113. *Ventenata avenacea* Koel.	H	Brünn	
114. *Avena pratensis* L.	L	Hort. Turic.	
115. *Arrhenatherum elatius* M. K.	L	Schweiz	
116. *Gaudinia fragilis* Beauv.	H	Spanien	
	L	Nimes	
117. *Tristachya chrysothrix* Nees ab E.	L	Uruguay	III, 26
118. *Danthonia provincialis* DC.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	

X. Chlorideae (21).

119. *Microchloa setacea* R. Br.	L	Brasilien	IV. 16
120. *Cynodon Dactylon* L.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
121. *Spartina juncea* Willd.	L	New-Jersey	IV. 13; VII. 9
122. *Schoenefeldia gracilis* Kth.	L	Nubien	
123. *Harpechloa capensis* Kth.	L	Austro-Afrika	
124. *Ctenium cirrhosum* Kth.		Brasilien	
125. *Chloris petraea* Thunbg.	L	Montevideo	
126. *Gymnopogon racemosus* Beauv.	H	Washington	
127. *Schedonnardus texanus* Steudel	H	Texas	VI. 17
128. *Willkommia annua* Hack.	L	Amboland (Südwest-Afrika)	
129. *Bouteloua multiseta* Nees ab E.	L	Montevideo	
130. *Melanocenchris plumosa* J. et Sp.	H	Abyssinien	
131. *Tripogon filiformis* Nees ab E.	H	i. Mte. Khasia	IV. 18
132. *Tetrachne Dreyeri* Nees ab E.	L	Cap	
133. *Dinebra arabica* Jacq.	H	Marseille	
134. *Beckmannia cruciformis* Host.	L	Amur	
135. *Eleusine oligostachya* Link.	L	Hérault	IV. 15
136. *Dactyloctenium mucronatum* W.	L	Amboland	IV. 14
137. *Coelachyrum brevifolium* Nees ab E.	L	Dschidda (Arabien)	
138. *Leptochloa mucronata* Kth.	L	Portorico	
139. *Buchloe dactyloides* Engelm. ♂		Nordamerika	

XI. Festuceae (45).

140. *Pappophorum Arechavaletae* Hack.	L	Montevideo	IV. 17; VIII. 8
141. *Schmidtia quinquesecta* Benth.	L	Amboland	
142. *Echinaria capitata* Desf.	L	Nimes	
143. *Ammochloa pungens* Boiss.	H	Oran (Algier)	
144. *Sesleria coerulea* Ard.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	II. 16—20; VII. 7. 14
145. *Fingerhuthia ciliata* Nees ab E.	L	Cap	
146. *Gynerium argenteum* Nees ab E. ♂	L	Montevideo	
147. *Ampelodesmos tenax* Link.	L	Algier	
148. *Phragmites communis* Trin.		Schweiz	
149. *Triodia irritans* Brown	L	Adelaide	
150. *Molinia coerulea* Mönch	H	Schweiz	
151. *Eragrostis bahiensis* Schult.	L	Uruguay	
152. *Avellinia macilenta* DC.	H	Almeria (Spanien)	V. 32
153. *Koeleria cristata* Pers.	L	Hort. Turic.	
154. *Cutandia maritima* Benth. et Hook.	H	Elba	
155. *Melica glauca* F. Schultz.		V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	

156. *Diarrhena japonica* Franchet Sav.	H	Japan	III, 12
157. *Centotheca lappacea* Beauv.	H	Tonkin	
158. *Lophaterum gracile* Brogn.	L	„	
159. *Uniola latifolia* L.	H u. L	Hort. Turic.	IX, 13a
160. *Distichlis distichophylla* Lab.	L	Tasmanien	
161. *Briza elegans* Döll.	L	Montevideo	
162. *Wangenheimia disticha* Mönch	H	Aranjuez (Spanien)	
163. *Aeluropus littoralis* Willd.		Sarepta	VII, 8
164. *Dactylis glomerata* L.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
165. *Cynosurus echinatus* L.	H	„ „ „ „	
166. *Lamarckia aurea* Mönch	L	Bouzaréah (Algier)	
167. *Sclerochloa dura* Beauv.	H	Sitten (Schweiz)	
168. *Schismus marginatus* Beauv.	L	Spanien	
169. *Poa pratensis* L.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
170. *Colpodium altaicum* Trin.	L	Altai	
171. *Scolochloa festucacea* Link.	L	Berlin	
172. *Graphephorum melicoides* Desv.	H	Nordamerika	
173. *Glyceria fluitans* Brown		V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	VIII, 29, 32
174. *Festuca arundinacea* Schreb.		„ „ „ „	
175. „ *silvatica* Vill.		„ „ „ „	
176. „ *spadicea* L.		„ „ „ „	VII, 11
177. „ *punctoria* Sibth. et Sm.	L	Hort. Turic.	V, 33; VII, 13
178. „ *thalassica* Kunth	L	Schleswig-Holstein	VIII, 35
179. *Nardurus Lachenalii* Spenn.	H	Westeuropa	
180. *Catapodium loliaceum* Link.	H	Norfolk	
181. *Bromus erectus* Huds.	L	Hort. Turic.	
182. *Boissiera bromoides* Hochst.	H	Sinai	
183. *Megalachne berteroniana* Steud.	H	Juan Fernandez	
184. *Brachypodium silvaticum* Beauv.	H	Schweiz	

XII. **Hordeae** (15).

185. *Nardus stricta* L. I.	2. L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	I, 1—5; VIII, 1, 2, 12—15, 30, 31; IX, 20
„ „ II.	„	St. Gallen (Schweiz)	
„ „ III.	„	Epinal (Vosges)	
„ „ IV.	„	Bonn	
„ „ V.	„	Corsica	
„ „ VI.	„	Spanien	
„ „ VII.	„	Olymp	
„ „ VIII.	„	Guriel (Russland)	

186. *Lolium italicum* A. Br.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
187. *Oropetium Thomaeum* Trin.	L	i. Mte. Nilghiri Reg. trop. (Ind. or.)	
188. *Lepturus cylindricus* Trin.	H	Spanien	
189. *Psilurus nardoides* Trin.	L	Istrien	
190. *Agropyrum maritimum* Beauv.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
191. *Haynaldia villosa* Schur	H	Pest	VIII, 23
192. *Secale montanum* Guss.	H	Hort. Turic.	
193. *Triticum vulgare* Vill.	L	Keimpflanzen	
194. *Aegilops ovata* L.	H	Aosta (Italien)	
195. *Heteranthelium piliferum* Hochst.	H	Syrien	
196. *Hordeum jubatum* L.	H	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
197. „ *maritimum* L.	L	Livorno	
198. *Elymus arenarius* L.	L	V.-F. d. eidg. S.-C.-St.	
199. „ *giganteus* Vahl	L	„ „ „ „	

XIII. **Bambuseae** (10).

200. *Arundinaria macrosperma* Michx.	L	Texas	
201. *Arthrostylidium* spec. det. Hack.	L	Portorico	
202. *Phyllostachys nigra* Munro	H	Tosa (Japan)	
203. *Merostachys Kunthiana* Rupr.	H	Rio de Janeiro	
204. *Chusquea pinifolia* Trin.	L	„ „ „	
205. *Bambusa gracilis* hort.	L	Hort. Turic.	
206. „ *Metake* Sieb.	L	„ „	
207. „ *verticillata* Willd.	L	„ „	I, 6; VIII, 3, 19, 24
208. *Schizostachyum Zollingeri* Steud.	H	Japan	
209. *Bonia tonkinensis* Balansa	H	Tonkin	

Figurenerklärung.

Die Figuren sind (mit wenigen Ausnahmen) mit dem Zeichenprisma entworfen.

Die Flächenansichten der Epidermis sind entweder nach macerierten Epidermisstücken oder nach Blattstücken gezeichnet, welche in Phenol oder Harzen aufgehellt wurden.

In ersterem Falle sind die Helligkeitsunterschiede zwischen Langzellen, Kork- und Kieselkurzzellen ungefähr so wie in Figur 1, Tafel XV. Die Korkkurzzellen sind daher in den Flächenbildern macerierter Epidermen dunkel gezeichnet, und die Kieselkurzzellen, welche ohnehin durch ihre charakteristischen Umrisse und die punktförmigen Bläschen imponieren, weiss gelassen.*)

In den Querschnittsbildern sind die Kieselkurzzellen dunkel gezeichnet, weil dieselben in stark lichtbrechenden Medien allein scharf hervortreten und zwar als dunkle Massen.

Oft sind nur die Kieselkurzzellen scharf gezeichnet und die Conturen der anstossenden Zellen bloss angedeutet. Letztere waren eben in den angewendeten, stark brechenden Medien undeutlich.

Wo nichts besonderes bemerkt ist, beziehen sich die Figuren auf die Blattspreite und zwar ungefähr auf das mittlere Längendrittel derselben.

Die ausgezogenen und punktierten Linien am Rande der Flächenbilder deuten Beschaffenheit und Ausdehnung der subepidermalen Gewebesorten an. Punktiert bedeutet Stereom, ausgezogen Parenchym (gewöhnlich Assimilationsgewebe).

Ferner ist

L.-S. = Längsschnitt
Q.-S. = Querschnitt
O.-S. = Blattoberseite
U.-S. = Blattunterseite
H.-B. = Blatt eines (fertilen) Halmes
L.-B. = „ „ (sterilen) Laubtriebes
ko = Korkkurzzelle
ki = Kieselkurzzelle

l = Langzelle
si = Intracellularer Kieselkörper
r = Randreihe
p = Papille
as = Aussenseite der Kieselkurzzellen
is = Innenseite „ „
qs = Querseite „ „
ls = Längsseite „ „

*) Bisweilen sind allerdings auch in Flächenbildern Kieselzellen und Kieselkörper anderer Elemente dunkel gezeichnet (z. B. Tafel XI, 1), so wie sie in stark brechenden Medien erscheinen. Dies ist, wenn nötig, in der Figurenerklärung besonders bemerkt.

Tafel I.

Figur 1. *Nardus stricta.* Schema der Epidermis eines Laubtriebblattes eines üppigen, unterseits relativ stark behaarten Exemplars. (Vergleiche in der Folge jeweilen auch Figur 2 dieser Tafel.)

ab halbe Breite der Oberseite, *bc* halbe Breite der Unterseite. *r* (= *b* Figur 2) Randreihe des Blattes. 1, 3, 4, 6, 7—10 Streifen über Parenchym (d. h. Assimilationsgewebe). *sf* Stomafeld, *rf* spaltöffnungsfreies Randfeld eines Streifens über Parenchym. 2, 5 Blasenzellstreifen (Gelenkzellstreifen). I—V Streifen über Bast. *k* gemischtes Kurzzellpaar, links (apical) eine durch einen Punkt gekennzeichnete Kieselkurzzelle, rechts (basal) eine (gewöhnlich kürzere) Korkkurzzelle; zahlreich über Bast auf der Unterseite. *ko* isolierte Korkkurzzelle, zahlreich über Assimilationsgewebe auf der Unterseite. Sehr spärlich finden sich Kurzzellen auch auf der Oberseite. *st* Stachelhaar, über Bast auf der Oberseite, besonders kräftig in der Randreihe *r*. *bo* Insertionsstelle eines Borstenhaares, über Assimilationsgewebe auf der Unterseite, spärlich und klein im Randstreifen über Bast auf der Oberseite (IIIo). *w* Winkelhaar, relativ zahlreich über Assimilationsgewebe auf der Unterseite, über Bast auf der Oberseite des Blattrandes (IIIo), in den Randfeldern der Streifen über Parenchym auf der Oberseite, in der Mitte der Gelenkzellstreifen, vereinzelt in den Rändern der Streifen über Bast auf der Ober- und Unterseite. *p* Papillen, über Bast und Assimilationsgewebe auf der Oberseite, die Blasenzellstreifen und der Randstreifen über Bast (IIIo) ausgenommen. *sp* Spaltöffnungen, bloss oberseits.

„ 2. Id., aber unterseits kahl. Q.-S. 104/1. Buchstaben und Zahlen gleichbedeutend wie in Figur 1.

„ 3. Id., Partie aus Streifen 6 der Figur 1. 425/1.

„ 4. „ „ „ „ 7 „ „ 1. 425/1.

„ 5. „ „ „ „ 8 „ „ 1. 425/1.

„ 6. *Bambusa verticillata.* Q.-S. *a* Randfeld, *b* Stomafeld, *c* stomafreies Mittelfeld eines Streifens über Parenchym auf der Unterseite.

Tafel II.

Figur 1. *Phippsia algida.* Sehr einfacher Typus. Q.-S. *a* stomafreies Feld („Mestomfeld"), *b* Stomafeld.

„ 2. Id. U.-S. Partie der Epidermis über Bast und Parenchym. 104/1.

„ 3. Id. Epidermis des Blattrandes, flach ausgebreitet. 104/1.

„ 4. Id. Dasselbe von einer anderen Stelle desselben Blattrandes.

„ 5. *Isachne arundinacea.* U.-S. Quergestreckte Zellen an Stelle der Langzellen! 380/1.

„ 5a. Id. Eine solche Zelle von der Querseite gesehen, inhaltsverkieselt. 380/1.

„ 6. *Zizaniopsis Arechavaletae.* Q.-S. Zellen über Bast und Parenchym von annähernd gleichem Querschnitt. 660/1.

„ 7. *Coix Lacryma.* Querschnitt durch einen von Stachelhaaren flankirten Blasenzellstreifen.

„ 8. *Amphicarpum Purshii.* Q.-S. 104/1.

„ 9. *Coix Lacryma.* Querschnitt durch die Epidermis der Unterseite. 400/1.

„ 10. *Cenchrus tribuloides.* Querschnitt durch die Epidermis der Oberseite, nahe dem Blattrand. 760/1.

„ 11. *Ehrharta Microlaena.* Q.-S. *a* Stomafeld, *b* stomafreies Mittelfeld. 50/1.

„ 12. *Stenotaphrum glabrum.* Q.-S. Über der Epidermis der Unterseite liegt eine mehrschichtige Lage Wassergewebe. 104/1.

Figur 13. *Anthaenantia lanata.* Q.-S. *a* Stomafelder. Das Assimilationsgewebe ist von zahlreichen Gefässbündeln durchwuchert. 83/1.

„ 14. Id. 12/1.

„ 15. *Themeda gigantea.* Epidermis der Oberseite, unteres Längendrittel der Spreite, Stelle *a* des beistehenden Querschnittes. Assimilationsgewebe auf Nester unter den Spaltöffnungen reduciert. Das an seiner Stelle unter und zwischen diesen Nestern sich entfaltende, derbwandige, farblose Parenchym durchschimmernd gezeichnet. 182/1.

„ 16. *Sesleria coerulea.* Q.-S. Spaltöffnungen von aussen. Schliesszellen in eine schalige Vertiefung eingesenkt. *l* anstossende Langzelle, *A* äussere Nebenzelle (für *Sesleria* charakteristisch), *J* innere Nebenzelle, durchschimmernd (der Nebenzelle der übrigen Gräser entsprechend). Ca. 1600/1.

„ 17. Id. Spaltöffnung von innen. Die linke, innere Nebenzelle ist entfernt. *g* verdickte, glänzende Stelle in der Scheidewand der Enderweiterungen.

„ 18. Id. Längsschnitt in der Richtung *ef* der Figur 19.

„ 19. Id. Querschnitt „ „ „ *ab* „ „ 16.

„ 20. Id. „ „ „ „ *cd* „ „ 16.

„ 21. *Uniola latifolia.* Abnorme Spaltöffnung. Erstes Blatt einer 12 cm langen Keimpflanze.

„ 22. *Olyra latifolia.* Auf einer frühen Entwicklungsstufe stehengebliebene, von der Wellung mitergriffene Spaltöffnungen eines ausgewachsenen Blattes.

„ 23. *Digitaria sanguinalis.* Q.-S. Auf der Unterseite liegen die Spaltöffnungen normal, auf der Oberseite gegen die Regel über den Gefässbündeln.

Tafel III.

Kieselkurzzellen über Bast. Typus I: Kreuz-, Hantel- und Knotenzellen.

Figur 1. *Polytoca bracteata.* U.-S. Kreuzzelle von aussen. Contur der Innenseite (*a*) durchschimmernd. 380/1.

„ 2. Id. Q.-S.

„ 3. Id. Grössendifferenz der Kieselkurzzellen secundärer Streifen über Bast auf der Ober- und Unterseite, beobachtet bei Einstellung auf die obere und untere Epidermis derselben Blattstelle. 380/1.

„ 4. *Olyra latifolia.* *A* Kreuzzellen der Unterseite, *B* der Oberseite. 380/1.

„ 5. *Olyra micrantha.* Kreuzzellen der Unterseite, blatteinwärts stark verbreitert. 380/1.

„ 6. *Digitaria sanguinalis.* U.-S. Hantelzellen. 660/1.

„ 7. Id. L.-S. 660/1.

„ 8. Id. Q.-S. 660/1.

„ 9. *Trachypogon ligularis.* U.-S. Hantelzellen. 650/1.

„ 10. *Perotis latifolia.* Hantelzellen. *a*, *b* Längsschnitte, *c*—*g* durch Maceration isolierte Zellen. *c* von der Längsseite, *d* und *f* schief von aussen und von der Längsseite, *e* von aussen, *g* schief von der Querseite. *oe* Oehrchen. (Übrige Buchstaben siehe den Kopf der Figurenerklärung.) 660/1.

„ 11. *Elionurus candidus.* U.-S. Hantelzelle mit breitem Mittelstück. 660/1.

„ 12. *Diarrhena japonica.* Hantelzellen.

„ 13. *Andropogon Ischaemum.* O.-S. Hantelzellen, *a* mit schmalem Mittelstück, *b* und *c* unregelmässige Formen. 380/1.

„ 14. *Beckera nubica.* U.-S. *a* Hantelzellen, *b* Knotenzelle. 660/1.

„ 15. *Oplismenus undulatifolius.* O.-S. Ungleiche Hantelzellen. 660/1.

Figur 16. *Ischaemum petiolare.* Kieselkurzzelle, anstossend an eine inhaltsverkieselte Langzelle *si.* 660/1.
„ 17. *Reimaria purpurascens.* Hantelzellen mit langem, breitem Mittelstück und schief abfallenden Querseiten, *a* von aussen, *b* im Längsschnitt. 660/1.
„ 18. *Oplismenus undulatifolius.* O.-S. *a* dreiknöpfige, *b* geschlängelte Knotenzellen. 380/1.
„ 19. *Andropogon Ischaemum. si* inhaltsverkieselte Langzelle. 380/1.
„ 20. *Coix Lacryma.* U.-S. Querschnitt durch das mediane Bastbündel und den zugehörigen Epidermisstreifen des Mittelnervs. 182/1.
„ 21. *Spodiopogon sibiricus.* U.-S. Querschnitt durch Hantelzellen. *m* Mestomscheide. 760/1.
„ 22. *Coix Lacryma.* Q.-S. 380/1.
„ 23. *Pharus scaber.* Kieselkurzzellen zwischen bastförmigen Epidermiszellen der Unterseite, über Assimilationsgewebe, durch Macerieren isoliert. *a, b, c* von der Längsseite, *d* von der Innenseite, *e* von der Querseite. 660/1.
„ 24. Id. U.-S. Partie einer reinen Kieselkurzzellreihe (über Assimilationsgewebe, zwischen bastförmigen Epidermiszellen). Die aufeinander folgenden Kieselzellen werden abwechselnd grösser und kleiner. 182/1.
„ 25. Id. *be* bastförmige Epidermiszelle. *a* weiss durchschimmernde Innenseite der Kieselkurzzelle. (Vergl. Figur 23 *d.*) Die Summe aller dieser Innenseiten einer Längsreihe von Kurzzellen bildet einen charakteristischen, geraden weissen Streifen. 660/1. (Topographie genau wie in Figur 1, Tafel IV, nur bestehen die Kurzzellreihen hier aus lauter Kieselkurzzellen.)
„ 26. *Tristachya chrysothrix.* U.-S. Von zwei Langzellreihen begleitete Kurzzellreihe. 380/1.
„ 27. *Ichnanthus pallens.* U.-S. I Partie eines primären, II eines secundären Streifens über Bast. 380/1. (Vergl. auch Tafel VI, Figur 29.)

Tafel IV.

Kieselkurzzellen über Bast. Figuren 1—4 Fortsetzung des Typus I. Übrige Figuren Typus II: Sattelzellen.

Figur 1. *Leptaspis conchifera.* U.-S. Partie eines Streifens über Parenchym. *l* gewöhnliche Langzellen (z. T. inhaltsverkieselt), *be* bastförmige Epidermiszellen, *ko* Kork- und *ki* Kieselkurzzellen (in Längsreihen zwischen *be*), spärliche Spaltöffnungen. 182/1.
„ 2. Id. U.-S. Q.-S. *si* gewöhnliche, inhaltsverkieselte Langzelle. *ki* Kieselkurzzelle, zwischen concentrisch verdickten, bastförmigen Epidermiszellen eingeklemmt. 380/1.
„ 3. *Trachypogon ligulare.* U.-S. Epidermis über einem Nerven der Blattfläche. *a* Hemmungsbildung, *b* verkrüppelte Kieselkurzzelle des Streifenrandes. *w* Basalzelle eines Winkelhaars, w_1 dasselbe solid verkieselt, quer gebrochen. 380/1.
„ 4. *Eriochloa annulata.* U.-S. *mn* Mittelnerv. 380/1.
„ 5. *Tragus racemosus.* U.-S. Epidermis eines Nervs der Blattfläche. Reihen aus Kork- und Sattelzellen (*ki*) alternieren mit reinen Langzellreihen. 380/1.
„ 6. Id. U.-S. Sattelzellen des Mittelnervs, *a* der mittleren, *b* der äusseren Reihen. 660/1.
„ 7. Id. Durch Macerieren isolierte Sattelzellen vom Blattrand. *a* von der Querseite, *b* von aussen und von der Längsseite. 660/1.
„ 8. Id. U.-S. Q.-S. Epidermis des Mittelnervs. 380/1.
„ 9. *Zoysia pungens.* L.-B. O.-S. 660/1.
„ 10. Id. L.-B. U.-S. 660/1.

Figur 11. Id. L.-B. O.-S. Ausnahmsweise an Stelle von Sattelzellen auftretende Kreuzzellen. 380/1.
„ 12. Id. H.-B. O.-S. Sattelzellen relativ kümmerlich entwickelt. 660/1.
„ 13. *Spartina juncea*. 380/1.
„ 14. *Dactyloctenium mucronatum*. U.-S.
„ 15. *Eleusine oligostachya*.
„ 16. *Microchloa setacea*. *a* Sattelzelle von aussen, *b* von innen, *c* im Querschnitt.
„ 17. *Pappophorum Arechavaletae*. O.-S. Kieselkurzzellen der Streifen über Bast auf der Oberseite, U.-S. dasselbe auf der Unterseite.
„ 18. *Tripogon filiformis*. O.-S. Kieselkurzzellen der Streifen über Bast auf der Oberseite (vorherrschende Form), U.-S. Stück einer Reihe des Randstreifens über Bast auf der Unterseite, *c* auf der ganzen Unterseite über Bast vorherrschende Form, *b* nur ausnahmsweise auftretende Formen, *a* zahlreich nur über der Mitte des Mittelnervs auf der Unterseite.

Tafel V.

Kieselkurzzellen über Bast. Figuren 1—21 Typus III: Reiszellen. Figuren 22—27 Typus IV: Kreis- und Ellipsenzellen. Figuren 28—31 Typus V: Stäbchen- und Plättchenzellen.

Figur 1. *Leersia hexandra*. U.-S. Längsschnitt einer Reiszelle, *ab* bei Einstellung auf die Ebene *ab* der Figur 3, *cd* bei Einstellung auf *cd* in Figur 3. Bastzellen des angrenzenden Bündels in der Mehrzahl inhaltsverkieselt. 1200/1.
„ 2. Id. U.-S. Reiszelle von aussen. 1200/1.
„ 3. Id. U.-S. Dasselbe, mehr quergestreckt. 1200/1.
„ 4. Id. Stück einer Kurzzellreihe, (in conc. Phenol) von aussen und von der Längsseite gesehen. *a* zugekehrte Längsseite einer Reiszelle, *b* abgekehrte, bei tieferer Einstellung sichtbare Längsseite ebenderselben Zelle. Punktierte Linien im Präparat unsichtbar, sie vervollständigen schematisch die Zellgrenzen. Zu äusserst rechts sind die Conturen im Bereich einer Reiszelle ausgezogen. *bl* bläschenförmiger Raum. 1200/1.
„ 5. *Oryza sativa* (Nubien). U.-S. Reiszelle von aussen. 660/1.
„ 6. Id. Q.-S. 660/1.
„ 7. Id. Reiszelle durch Maceration isoliert, von aussen und von der Querseite.
„ 8. *Hygroryza aristata*. *ki* stark eingeschnürte, blatteinwärts verbreiterte Reiszelle. *z* Zwischenzelle, mit Cuticularwärzchen besetzt. 660/1.
„ 9. Id. Mit Flussäure entkieselte Kieselkurzzelle, *a* von der Fläche, *b* von der Längsseite.
„ 10. *Oryza sativa* (Piemont). Abnorme Formen und Gruppierungen von Reiszellen.
„ 11. Id.
„ 12. *Festuca spadicea*. U.-S. Korkkurzzelle durch eine Längswand geteilt, einer Spaltöffnung hinten anliegend.
„ 13. *Oryza sativa* (Piemont). O.-S. Zweitäusserster Nerv der Blattfläche. 660/1.
„ 14. *Leersia hexandra*. U.-S. Epidermis über dem Mittelnerv (*m*). *mf* Mittelfeld, besteht aus papillentragenden Langzellen (z. T. inhaltsverkieselt, schärfer conturiert), gemischten Kurzzellpaaren und spärlichen Winkelhaaren. *rf* Randfeld, besteht aus reinen Kurz- und reinen Langzellreihen. 380/1.
„ 15. *Oryza sativa* (Nubien). U.-S. *a* inhaltsverkieselte, *b* gewöhnliche Zwischenzelle, *c* Reiszelle, an ein Stachelhaar (*st*) stossend, daher unvollkommen. 660/1.

Figur 16. *Zizania palustris.* O.-S. Flächennerv. 660/1.
- 17. *Zizaniopsis Arecharaletae.* U.-S. Nur die Zelle *a* zeigt deutlich den Reiszellentypus. 660/1.
- 18. Id. O.-S. Kieselkurzzelle etwas schief von aussen. 660/1.
- 19. *Isachne arundinacea.* O.-S. (Terpentinpräparat.)
- 20. Id. *o* Querschnitt einer Kieselkurzzelle der Oberseite, *u* eben ein solcher der Unterseite. Ausgezogene Contur: Querebene durch die Öhrchen (*oe*); punktierte Contur: Querebene durch die Mitte der Zelle. Die scharf ausgeprägten Öhrchen (*oe* Figur 19) erscheinen im Querschnittsbild in charakteristischer Weise als zwei zarte, dem Zellkörper aussen aufgesetzte Säume. 660/1.
- 21. Id. O.-S. *a* Streifen über Parenchym (Lang- und Korkkurzzellen, spärliche inhaltsverkieselte Kurzzellen). *b* + *c* halber Blasenzellstreifen. *b* Übergangszone aus längsgestreckten Zellen, ohne Kurzzellen. *d* inhaltsverkieselte Korkzelle. 380/1.
- 22. *Lygeum Spartum.* U.-S. *a—d* Kieselkurzzellen von aussen und von der Längsseite, *e* und *f* optische Längsschnitte. 660/1.
- 23. Id. U.-S. Die Kieselkurzzellen sind so gezeichnet, wie sie in Phenol oder Harzen erscheinen. Die dunklen Ringe in denselben sind bedingt durch die Lichtbrechung. In der Kieselzelle rechts ist der Umriss der Innenseite punktiert eingezeichnet. 660/1.
- 24. Id. U.-S. Grosse Kieselzelle von aussen. Dunkel sind die sichelförmigen Säume, in welche der walzige Kieselkörper vorn und hinten an seiner äussern Abstutzungsfläche ausläuft. 660/1.
- 25. *Nardus stricta.* U.-S. Stück einer Zellreihe über Bast von einer frischen, in Wasser beobachteten Epidermis. 425/1.
- 26. Id. L.-S. Kieselkurzzelle zwischen zwei Langzellen. Glühskelett.
- 27. Id. Kieselkurzzelle, auf Zusatz von Kalilauge unter Abhebung der Cuticula über das Niveau der Epidermis hinausgetreten.
- 28. *Phalaris arundinacea* var. *picta.* U.-S. Alle Kieselkörper (Kieselkurzzellen, Langzellen, Stachelhaare) sind dunkel. 380/1.
- 29. Id. U.-S. Längsschnitt durch zwei Kieselkurzzellen und eine Korkkurzzelle. 660/1.
- 29a. Id. Kieselkurzzelle von aussen und von der Längsseite. 380/1.
- 30. *Lygeum Spartum.* O.-S.
- 31. Id. O.-S. *a—c* Kieselkurzzellen von aussen, *d* im Längsschnitt. 660/1.

Tafel VI.

Figuren 2—19 Kieselkurzzellen über Bast, Nebentypen. Figuren 20—38 Kieselkurzzellen über Assimilationsgewebe.

Figur 1. *Phalaris arundinacea genuina.* O.-S. Mittelnerv, über Bast. 380/1.
- 2. *Isachne australis.*
- 3. Id. Kieselkurzzellen durch Maceration isoliert, *a* von aussen, *b* von der Längsseite und von aussen, *c* von der Querseite. *d* optischer Längsschnitt durch die Zellmitte.
- 4. *Amphicarpum Purshii.* Blattrand. 380/1.
- 5. Id. Stück eines Streifens über einem Flächennerven desselben Blattes. 380/1.
- 6. Id. Querschnitt einer Kieselkurzzelle der Figur 4. 660/1.
- 7. Id. „ „ „ „ „ 5. 660/1.

Figur 8. *Pogonatherum crinitum*. U.-S. Die Streifen über Bast enthalten Langzellen, viereckige Kieselkurzzellen, Stachel- und Winkelhaare. Letztere beide fast stets gepaart, das Stachelhaar vorn, das Winkelhaar hinten. Von letzteren sind nur die Basalzellen (in ihrem unteren Teil) erhalten. (Präparat nicht maceriert!) σ_1 Kieselkörper im Fussteil der Basalzelle. Der Streifen über Assimilationsgewebe besteht aus Papillen tragenden Langzellen und von den Papillen rings überwölbten Spaltöffnungen. 182/1.

„ 9. Id. Kieselkurzzelle von aussen (und etwas von der Längsseite). 1050/1.

„ 10. Id. Zwei Kieselkurzzellen von der Längsseite und von aussen. 660/1.

„ 11. Id. U.-S. Q.-S. 660/1.

„ 12. Id. „ „ 660/1.

„ 13. *Arundinella arenacea*. U.-S. 380/1.

„ 14. Id. O.-S. 380/1.

„ 15. Id. L.-S. 380/1.

„ 16. *Eriachne chinensis*. U.-S.

„ 17. *Schedonnardus texanus*. U.-S. Habitusbild der Epidermis über Bast. O.-S.

„ 18. Id. Zwei Kieselkurzzellen des Blattrandes. Blattunterseite.

„ 19. *Phleum Michelii*. Kieselkurzzellen mit Papillen.

„ 20. *Coix Lacryma*. Kieselkurzzelle über Parenchym, von aussen, blatteinwärts keilförmig zugeschärft. Die auf eine quere Linie reducierte Zellinnenseite ist durchschimmernd gezeichnet. 380/1.

„ 21. *Polytoca bracteata*. U.-S. Kieselkurzzellen über Parenchym. *a*—*c* von aussen, *d* von aussen und von der Querseite. In *a* schimmert die Innenseite als dreistrahliger Stern durch. 380/1.

„ 22. *Eriochloa annulata*. O.-S. Kieselkurzzelle über Parenchym, von aussen und von der Seite. 660/1.

„ 23. *Zea Mays*. Kieselkurzzellen über Parenchym. *a* von aussen, Contur der schmalen Innenseite durchschimmernd. *b* Längsschnitt. 660/1.

„ 24. *Tripsacum dactyloides*. O.-S. Gemischtes Kurzzellpaar über Parenchym im Längsschnitt. 660/1.

„ 25. *Coix Lacryma*. U.-S. Querschnitt durch eine Kieselkurzzelle und anstossende Langzellen über Parenchym. 380/1.

„ 26. *Andropogon Gryllus*. U.-S. Querschnitt durch die Epidermis über Parenchym. 660/1.

„ 26a. Id. Eine Kieselkurzzelle der Figur 26 von aussen.

„ 27. *Ichnanthus pallens*. Kieselkurzzelle über Parenchym, *a* bei Einstellung auf das äussere Niveau der Epidermis, *b* bei tieferer Einstellung. 660/1.

„ 28. Id. Q.-S.

„ 29. Id. O.-S. Ein Streifen über Bast und ein Teil der angrenzenden Streifen über Parenchym. 220/1.

„ 30. *Lygeum Spartum*. U.-S. Kieselkurzzelle über Parenchym, *a* von aussen (Contur der Innenseite durchschimmernd), *b* Längsschnitt. 660/1.

„ 31. *Pectinaria ophiuroides*. U.-S. Partie einer mit dem Schulze'schen Gemisch losgetrennten Epidermis zur Veranschaulichung der hierbei auftretenden Helligkeitsunterschiede der Langzellen, Kiesel- und Korkkurzzellen. 380/1.

„ 32. *Phalaris arundinacea* var. *picta*. O.-S. Kieselkurzzelle über Parenchym. Punktiert ist der Rand der Innenseite, soweit diese mit den Seitenflächen eine deutliche Kante bildet. 380/1.

„ 33. Id. Dasselbe von aussen und von der Längsseite.

„ 34. *Luziola peruviana*. Dasselbe, *a* von aussen, *b* im Querschnitt, *c* etwas schief von innen. *f* blatteinwärts gerichteter, zwischen die angrenzenden Mesophyllzellen sich bettender Fortsatz.

Figur 35. *Olyra latifolia.* Dasselbe, *a* von aussen, *b* von aussen und von der Querseite, *c* von der Querseite, *f* Fortsatz nach innen (analog dem in Figur 34). Derselbe ist meist eine vierkantige, zwischen vier Mesophyllzellen eingekeilte Pyramide, welche bei Betrachtung der Zelle von aussen oder innen als charakteristisches, rhombisches Feld (in Figur *a* punktiert eingezeichnet) erscheint. 380/1. (Vergl. auch Tafel IX, Figur 1.)

„ 36. *Hygroryza aristata.* Dasselbe. *a*—*c* schiefe Ansichten, *d* Querschnitt, *f* Fortsatz blatteinwärts (analog *f* in Figur 34 und 35).

„ 37. *Aegopogon pusillus.* O.-S. Stück eines Blasenzellstreifens. Die inhaltsverkieselten Elemente sind körperlich gezeichnet. 1200/1.

„ 38. Id. Kieselkurzzellen aus Blasenzellstreifen, *a* von aussen (Terpentin), *b* durch Maceration isoliert, unbestimmt orientiert. 1200/1.

Tafel VII.

Korkkurzzellen.

Figur 1. *Spodiopogon sibiricus.* O.-S. Längsschnitt durch eine Korkkurzzelle (und die angrenzenden Langzellen) über dem Bastband des Mittelnervs. 660/1.

„ 2. *Zea Mays.* U.-S. Querschnitt durch eine Korkkurzzelle und die angrenzenden Lang- und Bastzellen. 380/1.

„ 3. *Hierochloa alpina.* U.-S. Dasselbe, mit Chromsäure behandelt. Die Korkkurzzelle ist unverändert, die Lang- und Bastzellen sind stark gequollen in den inneren Schichten. In ersteren ist das Lumen im ungequollenen Zustand punktiert eingezeichnet. 660/1.

„ 4. Id. U.-S. Korkkurzzellpaar über Bast, von aussen. *a* die aneinander stossenden Querwände der Korkkurzzellen. (Sehr dünn, so wie auch die anderen zwei Quer- und die Längswände.) *b* Membran der anstossenden Langzelle. 660/1.

„ 5. *Eriochloa annulata.* Korkkurzzelle über Parenchym, von aussen. (Maceriert.) 660/1.

„ 6. *Zizaniopsis Arechavaletae.* U.-S. Epidermis über Bast. 660/1.

„ 7. *Sesleria coerulea.* U.-S. Längsschnitt durch zwei Korkkurzzellen (eine mit festem Inhalt) und die zwischenliegende Langzelle, über Parenchym. (Dasselbe in Streifen *f* der Figur 14 von aussen.) 580/1.

„ 8. *Aeluropus littoralis.* U.-S. Partie der Epidermis über Parenchym, zeigt zwei gemischte Kurzzellpaare. Korkkurzzellen eine Papille tragend (also umgekehrt wie in Figur 19, Tafel VI), die eine von beiden (die dunkle) inhaltsverkieselt. *w* unterer Teil einer Basalzelle eines Winkelhaars. (Terpentinpräparat.)

„ 9. *Spartina juncea.* O.-S. Lang- und Korkkurzzellen mit einfachen und ästigen Papillen.

„ 10. *Saccharum aegyptiacum.* O.-S. Epidermis über dem Bastband des Mittelnervs, circa ein Viertel der ganzen Breite desselben repräsentierend. 104/1.

„ 11. *Festuca spadicea.* U.-S. Epidermis über einem Flächennerv. Reine Korkkurzzellreihen wechseln mit reinen Langzellreihen. 180/1.

„ 12. *Hierochloa alpina.* U.-S. Epidermis über Bast (Lang- und Korkkurzzellen) und über Parenchym (lauter Langzellen). 61/1.

„ 13. *Festuca punctoria.* O.-S. Die Trichome und Spaltöffnungen liegen jeweilen apical, die anliegenden Korkkurzzellen basal. 104/1.

Figur 14. *Sesleria coerulea.* Epidermis des Blattrandes, flach ausgebreitet. *r* Randreihe mit den Randstachelhaaren, *d* kurzzellfreies Mittelfeld, *c* und *e* Kurzzellen führende Randfelder des Randstreifens über Bast. *a* Mestomfeld, *b* Stomafeld des äussersten Streifens über Parenchym auf der Oberseite. *f* Partie des äussersten Streifens über Parenchym. 196/1.

„ 15—18. *Zea Mays.* Gemischte Gruppen. Jeweilen das oberste Element ist am meisten apical gelegen.

„ 19. *Cenchrus tribuloides. a* Stück einer später Kurzzellen führenden Reihe über Bast aus der Region eines jungen Blattes, wo die Spaltöffnungen das Entwickelungsstadium *b* erreicht haben.

„ 20. Id. *a* Stück einer entsprechenden Reihe, dem Entwickelungsstadium der darunter stehenden Spaltöffnung *b* entsprechend.

Tafel VIII.

Trichome.

Figur 1. *Nardus stricta.* U.-S. Winkelhaar von aussen. *a* Basalzelle, *b* Endzelle mit solider Spitze. 425/1.

„ 2. Id. U.-S. Dasselbe. Das obere Ende der Basalzelle bildet einen soliden, gegen das Zellumen hin mit einer knopfförmigen Anschwellung endenden Zapfen. 425/1.

„ 3. *Bambusa verticillata.* U.-S. Längsschnitt durch die Epidermis über Parenchym. Dem Winkelhaar (mit apical verdickter Basalzelle) liegt hinten eine Korkkurzzelle an. 425/1.

„ 4. *Zea Mays.* Winkelhaar eines Streifens über Parenchym von aussen. Basalzelle inhaltsverkieselt, am Grunde stark verbreitert.

„ 4a. Id. Winkelhaar eines Blasenzellstreifens mit ungewöhnlich langer Endzelle.

„ 5. Id. Winkelhaarfuss im Längsschnitt.

„ 6. *Tripsacum dactyloides.* O.-S. Längsschnitt eines zwischen Blasenzellen steckenden Winkelhaars. 380/1.

„ 7. *Polytoca bracteata.* Winkelhaar eines Streifens über Parenchym im Längsschnitt. 660/1.

„ 8. *Pappophorum Arechavaletae.* Stachelhaarförmiges Winkelhaar von der Längsseite. 380/1.

„ 9. *Zoysia pungens.* H.-B. O.-S. Stachelhaarförmiges Winkelhaar von aussen, über Bast. 380/1.

„ 10. *Latipes senegalensis.* Keulenförmiges Winkelhaar von aussen. 380/1.

„ 11. *Lygeum Spartum.* O.-S. Dasselbe. 380/1.

„ 12—15. *Nardus stricta.* Entwickelungsgeschichte der Winkelhaare. Figur 12 erste Anlagen im Längsschnitt, Figur 13 dasselbe von aussen, Figur 14 weiter entwickelte, aber noch einzellige Winkelhaare, Figur 15 ebensolche zweizellig geworden. 380/1.

„ 16. *Tricholaena rosea.* O.-S. *a—d* Übergangsformen von der Korkkurzzelle zum Winkelhaar, in derselben Zellreihe eines ausgewachsenen Blattes beobachtet, in *c* mit einer Kieselkurzzelle gepaart. 760/1.

„ 17. *Zea Mays.* Eine Gruppe Randstachelhaare von der Längsseite.

„ 18. Id. Oberes Ende eines Randstachelhaars mit homogener, stark glänzender, äusserster Spitze.

„ 19. *Bambusa verticillata.* U.-S. Stachelhärchen der Streifen über Parenchym, *a* im Längsschnitt, *b* von aussen. 425/1.

„ 20. *Tripsacum dactyloides.* Stachelhärchen zwischen Blasenzellen, im Längsschnitt. 380/1.

„ 21. *Anthoxanthum Puelii.* O.-S. Stück einer Reihe über Bast, im Längsschnitt. Zwischen den zum kleineren Teil verkehrt gerichteten Stachelhaaren liegen lauter inhaltsverkieselte Epidermiszellen. 104/1.

„ 22. *Ammophila arundinacea.* O.-S. Kurzes, abstehendes Borstenhaar im Querschnitt.

„ 23. *Haynaldia villosa.* Borstenhaar.

Figur 24. *Bambusa verticillata.* U.-S. Borstenhaar über Bast, *a* von der Längsseite (Basis), *b* von oben. 425/1.
„ 25. *Leptaspis conchifera.* Haare über Bast, durch Macerieren isoliert. Spitze sanft geschweift bis deutlich hackenförmig. 380/1.
„ 26. Id. Dasselbe in situ, seitlich und hinten an bastförmige Epidermiszellen (*be*), vorn an eine Kurzzellreihe grenzend. 380/1.
„ 27. *Calamagrostis phragmitoides.* U.-S. In der Figur sind die Stachelhaare der Streifen über Bast alle normal, diejenigen des Streifens über Parenchym zu 30 % verkehrt gerichtet. 104/1.
„ 28. *Tripsacum dactyloides.* Basis eines Polsterhaars samt Polster, von aussen. Blasenzellstreifen. 360/1.
„ 29. *Glyceria fluitans.* O.-S. Epidermis über Parenchym (Prismenböschung). Jede Zelle trägt vorn eine Papille *p*. Die einfache, discontinuierliche Schicht der assimilierenden Zellen durchschimmernd gezeichnet. 140/1.
„ 30. *Nardus stricta.* O.-S. Epidermis über Parenchym im Längsschnitt. (Vergl. Tafel I.) 425/1.
„ 31. Id. O.-S. Dasselbe über Bast. Tüpfel in den Papillen! 425/1.
„ 32. *Glyceria fluitans.* O.-S. Epidermis über Bast (Prismenscheitel), *a* von aussen, *b* im Längsschnitt. 265/1.
„ 33. *Luziola peruviana.* O.-S. Epidermis über Bast, mit Cuticularwärzchen. 380/1.
„ 34. *Zizania palustris.* Blasenzellen von aussen, mit Cuticularwärzchen.
„ 35. *Festuca thalassica.* O.-S. Epidermis über Parenchym, *a* von aussen, *b* im Längsschnitt. Die Spaltöffnungen werden jeweilen hinten von der anstossenden Langzelle überwölbt. 250/1.

Tafel IX.

Kieselkörper.

Figur 1. *Olyra latifolia.* O.-S. Alle im Lumen verkieselten Zellen oder Zellgruppen besitzen dunklere Conturen als die übrigen Elemente. Die gelben Linien sind die Grenzen der (an dieser Stelle des Blattes) schmalen subepidermalen Bastbündel, bezeichnen also auch die Ränder der Streifen über Bast. Zwischen diesen Streifen und den Blasenzellstreifen liegen die Streifen über Parenchym, durch die relativ grossen, quergestreckten Kieselkurzzellen gekennzeichnet. — Die Streifen über Bast bestehen aus Lang-, Kork- und Kieselkurzzellen, letztere meist kreuz-, selten (*h*) hantelförmig. Die Kurzzellen bilden meist gemischte Paare, seltener rücken sie zu kurzen, reinen Reihen zusammen (*r*) oder die Kieselkurzzellen treten isoliert auf (ki_3). — Die Streifen über Parenchym bestehen aus Langzellen, gemischten Kurzzellpaaren, isolierten (ganz selten gepaarten ko_4) Korkkurzzellen und spärlichen, auf bestimmte Reihen beschränkten Spaltöffnungen. 182/1.
„ 2. *Saccharum aegyptiacum.* U.-S. Langzelle über Bast, teils sandig-porös, teils homogen inhaltsverkieselt. 380/1.
„ 3. Id. U.-S. Dasselbe. 280/1.
„ 3a. *Anthoxanthum Puelii.* U.-S. Zellen inhaltsverkieselt. 660/1.
„ 4. *Spodiopogon sibiricus.* O.-S. Porös inhaltsverkieseltes Fusspolster eines Polsterhaars. 104/1.
„ 5. *Isachne arundinacea.* Unvollständig verkieselte Kurzzellen vom Blattrand.
„ 6. Id. U.-S. Gruppe im Lumen verkieselter Elemente; Lang-, Kork- und Kieselkurzzellen, Fuss einer Winkelhaarbasalzelle. 104/1.
„ 7. *Leersia virginica.* Q.-S. Kieselkörper, *a* eines Stachelhaars, *b* von Bastzellen, *c* einer Langzelle.
„ 8. Id. Inhaltsverkieselte Blasenzelle, Cuticularwärzchen tragende Blasenzelle von aussen. 380/1.
„ 9. *Luziola peruviana.* Perspectivische Ansicht einer im Lumen verkieselten Blasenzelle von der Querseite. Die beiderseits angrenzenden, nicht inhaltsverkieselten Zellen gleicher Art punktiert gezeichnet. 300/1.

Figur 10. *Olyra latifolia.* Kieselskelett einer Partie eines Blasenzellstreifens, intensiv geglüht; *A* im durchfallenden, *B* im auffallenden Licht. 104/1.

„ 11. Id. Gruppe intensiv geglühter, inhaltsverkieselter Blasenzellen von der Seite, *A* im durchfallenden, *B* im auffallenden Licht. 104/1.

„ 12. Id. Blasenzellen inhaltsverkieselt. *A* eine von innen, *B* mehrere von aussen. In *B* sind die Riefen der Innenfläche *ri* durchschimmernd, in *A* die Contur der Aussenseite punktiert. 660/1.

„ 13. Id. Blasenzelle, inhaltsverkieselt, durch Macerieren isoliert, von der Seite. 380/1.

„ 13a. *Uniola latifolia.* Kieselkurzzellen des ersten Blattes einer 12 cm langen Keimpflanze, geglüht, im durchfallenden Licht glashell (*a*) oder bräunlich (*b*). 380/1.

„ 14. *Olyra latifolia.* Langzellkieselkörper, in 50 procentigem Kali gekocht.

„ 15. Id. Kieselkurzzellen über Parenchym (*a*) und Bast (*b—d*), nach mehrstündigem Liegen in 50 procentigem Kali.

„ 16. *Anthaenantia lanata.* Kieselkurzzellen, senkrecht zur Papierebene bis zum Zerspringen gepresst.

„ 17. *Olyra latifolia.* Bruchstück einer zersprengten, inhaltsverkieselten Blasenzelle.

„ 18. *Phalaris arundinacea. a* im Lumen verkieselte, *b* nicht verkieselte Assimilationszelle, *c* Bastzelle. 380/1.

„ 19. *Leersia virginica.* Querschnitt durch inhaltsverkieselte Bastzellen und die angrenzende Epidermis. *a* Bruchstück der Kieselfüllung einer Bastzelle. 660/1.

„ 20. *Nardus stricta.* Kieselskelette. Ausgüsse der Intercellularen des Assimilationsgewebes, am häufigsten in der Nähe der Spaltöffnungen. In *b* schimmert eine solche durch.

„ 21. *Beckera nubica.* Randstachelhaare mit ins Lumen ragenden, warzigen Aufsätzen der Wandung, geglüht.

„ 22. *Tricholaena rosea.* Querschnitt durch einen Blasenzellstreifen, so wie er in Harzen erscheint. Die stärker verkieselten Membranpartien sind dunkler. 660/1.

„ 23—30. Kieselkurzzellen mit regelmässig verteilten Bläschen.

„ 23. *Pogonatherum crinitum. o* Oberseite, *u* Unterseite. 380/1.

„ 24. *Tripsacum dactyloides.* Längsschnitt.

„ 25. *Coix Lacryma.* Querschnitt.

„ 26. *Polytoca bracteata.* Kieselkurzzelle von aussen, mit Spuren von Schichtung um die Bläschen.

„ 27. *Tricholaena rosea.* H.-B. 380/1.

„ 28. *Spodiopogon sibiricus.*

„ 29. *Zea Mays.* U.-S. 380/1.

„ 30. *Leersia hexandra.* O.-S. 660/1.

Tafel X.

Übersicht über sämtliche Elemente der Epidermis.

Alle Figuren sind 380mal vergrössert. Alle Lang-, Blasen- und Kurzzellen sind gleich orientiert: links und rechts liegen überall die Längskanten, oben und unten die Querkanten.

Langzellen:

1. *Nardus stricta,* U.-S., Parenchym.
2. „ „ „ Bast. Kurzzellfreie Reihe.
3. *Festuca spadicea,* O.-S., Parenchym.
4. *Phalaris arundinacea,* U.-S., Parenchym. Stomafreie Reihe.
5. *Nardus stricta,* O.-S., Bast.
6. *Pogonatherum crinitum,* U.-S., Parenchym.
7. *Bambusa verticillata,* Parenchym.
8. *Oryza sativa,* Parenchym.
9. „ „ U.-S., Parenchym. Stomafreies Mittelfeld.
10. *Luziola peruviana,* O.-S., Bast.

11. *Hygroryza aristata*, Parenchym.
12. *Isachne arundinacea*, U.-S., Parenchym. Stomafreies Mittelfeld.
13. *Leptaspis conchifera*, U.-S., Parenchym.
13a. *Sesleria coerulea*, Längsschnitt, U.-S.
13b. „ „ „ O.-S.
13c. *Glyceria fluitans*, „ „

Blasenzellen:

14. *Olyra latifolia*.
15. *Aegopogon pusillus*.
16. *Oryza sativa*.

Kieselkurzzellen:

Über Bast.

17. *Zea Mays*.
18. *Trachypogon ligulare*.
19. *Tricholaena rosea*.
20. *Zoysia pungens*.
21. *Tragus racemosus*.
22. *Isachne australis*.
23. *Hygroryza aristata*.
24. *Oryza sativa*.
25. *Amphicarpum Purshii* (Blattrand).
26. *Pogonatherum crinitum*.
27. *Lygeum Spartum*.
28. *Schedonnardus texanus*.
29. *Phleum Michelii*.
30. *Phalaris arundinacea*.
31. *Cornucopiae cucullatum*.

Über Assimilationsgewebe.

32. *Pectinaria ophiuroides*.
33. *Zea Mays*.
34. *Ichnanthus pallens*.
35. *Olyra latifolia*.
36. *Aegopogon pusillus*.
37. *Hygroryza aristata*.

Korkkurzzellen:

38. *Zizaniopsis Arechavaletae*, Bast.
39. *Zoysia pungens*, Bast.
40. *Sesleria coerulea*, U.-S., Parenchym.
41. *Pectinaria ophiuroides*, Parenchym.
42. *Eriochloa annulata*, Parenchym.
43. *Saccharum aegyptiacum*, Mittelnerv, Bastband.
44. *Tragus racemosus*, Bast.
45. *Hierochloa alpina*, Bast.
46. *Oryza sativa*, Zwischenzelle.

Trichome:

Winkelhaare.

47. *Tripsacum dactyloides*.
48. *Nardus stricta*.
49. *Lygeum Spartum*.
50a. *Zoysia pungens*, Flächenansicht.
b. *Pappophorum Arechavaletae*, Seitenansicht.
51. *Glyceria fluitans*, O.-S., Prismenköpfe. Stachelhaarförmige Papillenzelle.
51a. *Andropogon foveolatus*. (Copie nach Volkens. Vergrössert.)

Stachelhaare.

52a. *Trachypogon ligulare*, Bast, Blattfläche.
b. „ „ Blattrand.
53. *Bambusa verticillata*, Parenchym, U.-S.
54. *Anthoxanthum Puelii*, Bast.
55. *Eriachne Ecklonii*.
56. *Leptaspis conchifera*.
56a. *Tragus racemosus*.

Borstenhaare.

57. *Haynaldia villosa*.
58. *Tripsacum dactyloides*.

Weichhaare.

59. *Elionurus candidus*.

Register

zu Seite 1—86 und 92—95 (Arten mit charakteristischen Merkmalen).

Achneria (= Eriachne) 74.
Aegopogon pusillus 23, 34, 35, **48**, 56, 70, 73, 79, 80, 92.
Aeluropus littoralis 47, 57.
Agropyrum repens 64.
Agrostideae 45, 65.
Agrostis vulgaris 45, 46, 74.
Alopecurus pratensis 64.
Ammochloa pungens 67.
Ampelodesmos tenax 30, 52, 67.
Amphicarpum Purshii 24, 27, 30, 35, **46**, 55, 57, 64, 73, 76, 80, 93.
Andropogon forcolatus 5 (T. X, 51a).
„ *Gryllus* 30, 39, **48**, 55, 58, 64, 65, 79, 80.
„ *Ischaemum* 30, 65, 79, 80, 82.
Andropogoneae 5, 10, 41, 65.
Anthaenantia lanata 24, 25, 27, 39, 50, 54, 56, 57, 62, 63, 73, 84, 85, 93.
Anthephora elegans 33, 56, 58, 72, 73, 80.
Anthoxanthum Puelii 63, 76, 79.
Antinoria agrostidea 45.
Aplada aristata 33, 41, 50, 52, 84.
Aristida ciliata 9.
„ *congesta* 30, 39, 59, 67, 74.
„ *pungens* 7, 57.
Arrhenatherum elatius 74.
Arthraxon lanceolatus 33, 50, 58, 80, 84.
Arthrostylidium 41, 58.
Arundinaria macrosperma 74.
Arundinella anomala 42, 48, 55, 62, 65, 77, 79, 80.
„ *avenacea* **46**, 65, 80, 84, 93.
Arundo Donax 1.
Avellinia macilenta 36.
Avena orientalis 5.
„ *pratensis* 45, 74, 77.
„ *sterilis* 13.
Aveneae 45, 65.
Bambusa gracilis 59, 65, 95.
„ *Metake* 65.
„ *nigra* 74.
Bambuseae 42, 65, 81.
Beckera nubica 26, 57, 60—62, 76, 79, 80, 93.
Bonia tonkinensis 41.
Bouteloua multiseta 70, 74, 80.
Brachyelytrum aristatum 57, 59.
Brachypodium silvaticum 66.
Briza elegans 74.
Bromus Schraderi 5.
„ *erectus* 58.
Buchloe dactyloides 41, 66.
Calamagrostis lanceolata 74.
Catapodium loliaceum 44, 47.
Cenchrus tribuloides 26, 27, 35, 38, 39, 55, 57, 60, 76.
Centotheca lappacea 35, 39, 40, 57.
Chamaeraphis spinescens 26, 56, 58, 62, 63, 80, 82, 84.
Chaeturus fasciculatus 95.
Chlorideae 5, 42, 65, 73.
Chloris petraea 41, 57, 70, 74.
Chusquea pinifolia 41, 57, 74.
Coix Lacryma 3, 31, 33, 40, 48, 55, 58, 60, 79, 80.
Coleanthus subtilis 95.
Colpodium altaicum 95.
Cornucopiae cucullatum 45.
Corynephorus canescens 66, 77.
Ctenium cirrhosum 59, 74.
Cynodon Dactylon 1, 10, 57, 66, 70, 75, 80.
Cynosurus echinatus 35, 45.
Dactylis glomerata 1, 8, 74.
Dactyloctenium mucronatum 41, 42, 80.
Danthonia provincialis 58, 75.
Diarrhena japonica 40.
Dichelachne stipoides 51.
Digitaria sanguinalis 26, 40, 56—58, 61, 72, 73, 77, 79, 80, 84, 85.
Dimeria ornithopoda 39, 56, 63, 76, 79, 80, 82, 84.
Dinebra arabica 59.
Distichlis distichophylla 11, 12, 58, 66.
Echinaria capitata 58.
Echinopogon ovatus 66.
Ehrharta Microlaena 34, 59, 65, 73, 84, 85, 86.
„ *panicea* 35, 55, 57, 62, 65, 72, 85.
Eleusine oligostachya 41, 42.
Elionurus candidus 24, 39, 56, 58, 62, 63, 72, 81, 82, 84.
Elymus arenarius 52, 65, 77.
„ *giganteus* 65, 74.
Eragrostis bahiensis 42, 58, 74.
Eremochloa (= Pectinaria) 50.
Eriachne chinensis 43, **47**, 74, 80, 94.
„ *Ecklonii* 74.

Erianthus japonicus 27, 50, 52, 54, 56—58, 60, 61. 77, 80, 82.
„ *Ravennae* 3, 4.
Eriochloa annulata 39, 50, 56—58, 61—63.
Euchlaena mexicana 60, 79, 80.
Eulalia japonica 3.
Festuca 6.
Festuca arundinacea 5, 65.
„ *punctoria* 45, 48, 52, 55, 61, 65, 94.
„ *silvatica* 65, 74.
„ *spadicea* 32, 43, 52, 54, 56, 63, 65, 74.
„ *thalassica* 33, 65, 67, 74, 82, 83, 94, 95.
Festuceae 45, 65.
Garnotia adscendens 74, 77, 80, 95.
Gastridium lendigerum 45, 52.
Glyceria aquatica 1.
„ *fluitans* 1, 7, 13, 66, 75, 81, 82, 94.
Gramineae **11**, 65, 66, 68.
Gynerium argenteum 40, 59.
Harpechloa capensis 57.
Haynaldia villosa 58, 75.
Hierochloa alpina 23—26, 33, 49, 50, 56, 63, 65, 84, 94, 95.
„ *borealis* 8, 65, 73, 74.
Holcus lanatus 8.
Hordeae 45, 65.
Hordeum jubatum 65.
„ *maritimum* 65.
„ *vulgare* 5, 75.
Hygroryza aristata 33, 37, 43, 48, 51, 54, 64, 67, 78, 82, 94.
Ichnanthus pallens 24, 37, 39, **48**, 52, 55, 56, 59, 62, 63, **78**, 80, 84, 93.
Imperata cylindrica 39, 55, 60.
Isachne arundinacea 18, 23, 24, 28—31, 36, 37, 43, 54, 56, 57, 62, 63, 65, 73, 77, 82, 84, 93.
„ *australis* **46**, 65, 93.
Ischaemum petiolare 30, 57, 59, 61, 80, 82.
Iseilema Weightii 30, 40, 56—58, 73, 82, 83.
Juncus squarrosus 69.
Koeleria cristata 78.
Lamarckia aurea 57.
Latipes senegalensis 58, 70, 73, 79.
Leersia (virginica et *hexandra)* 27, 34, 43, 57, 60, 64, 65, 82.
„ *hexandra* 28, 29, 67, 73.
„ *oryzoides* 4—6.
„ *virginica* 17, 51, 79.
Leptaspis conchifera 18, 27, 30, 32, 33, **40**, 43, 49, 55, 56, 59, 76, 78, 93.
Lolium italicum 5, 58, 74.
Lophatherum gracile 48, 80.
Luziola peruviana 43, 48, 57, 58, 82, 94.
Luzula lutea et *spadicea* 69.
Lygeum Spartum 43, **44**, 45, 50, 55, 70, 72, 76, 82, 94.
Manisuris granularis 52, 54, 55, 58, 60, 62, 80.
Maydeae 10, 39, 41, 55, 60, 62, 65.
Melanocenchris plumosa 70, 74.
Melinis minutiflora 80.
Merostachys Kunthiana 74, 94, 95.
Milora verna 63, 64, 95.
Microchloa setacea 41, 42.
Molinia coerulea 59, 66, 94.
Muehlenbergia mexicana 30.
Nardurus Lachenalii 51.
Nardus stricta 13, 20, 23—27, **32**, 33—35, 44, 45, 49, 53, 55, 57, 64, 66, 70, 71, **73**, 75, 79, 81, 82, 84, 85.
Olyra latifolia 23, 26, **28**, 30, 35, 39, **48**, 55, 56, 58, 62, 63, 65, 72, 73, 77, 82, 84, 85, 93.
„ *micrantha* 35, 37, 39, 65, 72, 73, 80, 82, 85.
Oplismenus undulatifolius 35, 52, 59, 61, 62, 73, **78**, 79, 80, 84.
Oropetium Thomaeum 42, 57, 75, 80, 95.
Oryza sativa 6, 12, 17, 27, 34, 35, 43, 51, 54, 55, 57, 62, 64, 67, 72, 73, 82, 84.
Oryzeae 42, 43, 65, 67, 81, 82.
Paniceae 5, 10, 26, 41, 65.
Panicum cruciforme 26, 27, 58, 79, 80.
„ *Crusgalli* 1.
„ *miliaceum* 5.
„ *turgidum* 3.
Pappophorum Arechavaletae 20, 42, 70, 74, 80, 94.
Pectinaria ophiuroides 50, 57, 58, 73.
Pennisetum villosum 26, 60, 79.
Pentapogon Billardieri 75.
Perotis latifolia 30, 40, 57, 58, 62, 80.
Phalarideae 45, 65.
Phalaris arundinacea 5, 27, 33, 35—37, 57, 60.
„ *canariensis* 5.
„ *minor* 12, 13.
Pharus scaber 18, 30, 32, 33, **40**, 43, 49, 52, 55, 59, 64, 76, 78, 82, 93.
Phippsia algida 63, 64, 78, 95.
Phleum Michelii 18, 47, 74, 94.
Phragmites communis 1, 11, 66, 75, 81, 94.
Phyllostachys nigra 55, 57.
Piptochaetium bicolor 57.
Pleuropogon 11.
Poa pratensis 23.
Podophorus bromoides 58.
Pogonatherum crinitum 21, 23, 28, 29, 37, **46**, 50, 56, 62, 63, 72, 73, 82—84, 92.
Polytoca bracteata 39, 40, 48 **52**, **53**, 56, 58, 63, 64, 79.
Psamma arenaria 1.
Reimaria purpurascens 27, 30, 39, 40, 50, 58, 73, 76.
Rottboellia hirsuta 29, 55, 58, 60, **61**, 73, 77, 80, 87.
Saccharum aegyptiacum 27, 50, 56, 59, 61—64, 72, 77, 79.
„ *officinarum* 1—3.
Schedonnardus texanus 47.
Schismus marginatus 9, 80.
Schizostachyum Zollingeri 74.
Schmidtia quinquesecta 57, 59.
Schoenefeldia gracilis 42, 57, 74.
Scolochloa festucacea 58.
Secale cereale 5.
„ *montanum* 8, 74.
Sesleria coerulea 13, 35, 50, 57, **64**, **83**, 84, 94.
Setaria germanica 5.
„ *glauca* 1.
„ *viridis* 26, 57, 58, 60, 64, 73, 79, 80.
Sorghum bicolor 3.
„ *halepense* 1, 3.
Spartina cynosuroides 2.

Spartina juncea 41, 48, 50, 55, 56, 58, 63, 67, 81, 94.
„ *versicolor* 1.
Spinifex hirsutus 26, 27, 58, 67, 72, 79, 80.
Spodiopogon sibiricus 24, 27, 30, 50, 52, 54, 59, 60, 61, 73, 80, 82, 84.
Sporobolus pungens 58, 67, 75, 80.
Stenotaphrum glabrum 22, 26, 50, 55, 56, 62, 63, 82, 85, 93.
Stipa pennata 58, 67, 74.
„ *tortilis* 9.
Tetrachne Dregeri 58
Themeda gigantea 27, 30, 50, 56, 61—63, 73, 82, 83, 85, 92.
Trachypogon ligulare 35, 37, 40, 50, 57, 58, 82, 84.
Tragus racemosus 5, 41, 42, 51, 55, 57, 62, 64, 70, 73, 79, 82, 92.
Tricholaena rosea 27, 37, 50, 59, 62—64, 71, 72, 77, 79, 80, 85, 93.
Triplachne nitens 75.
Tripogon filiformis 41, 47, 80.
Tripsacum dactyloides 58, 80.
Trisetum distichophyllum 95.
Tristachya chrysothrix 39, 50, 57, 59, 74, 80.
Tristegineae 65.
Triticum Spelta 5.
Triticum vulgare 12.
Uniola latifolia 11—13, 37, 55, 59, 69, 75.
Ventenata avenacea 44.
Willkommia annua 70, 74, 80.
Zea Mays 1, 27, 30, 33—35, 38, 39, 57, 61, 67, 70, 72, 73, 76, 77, 79, 80, 83.
Zizania aquatica 34, 43, 48, 62, 64, 67, 72, 82.
Zizaniopsis Arecharaletae 18, 21, 27, 33, 43, 48, 55, 56, 58, 61, 63, 64, 82—84, 94.
Zoysia pungens 20, 23, 28, 41, 42, 51, 56, 58, 70, 72, 73, 82, 83, 92.
Zoysieae 65, 73.

Druckfehler-Berichtigung.

S. 39, 40 und 48 lies *Polytoca* statt *Polytocca*.
S. 14, 41, 42 und 45 lies Tristegineen statt Trigestineen.
S. 45 lies *Antinoria* statt *Antimoria*.
S. 29 u. ff. lies *Rottboellia* statt *Rotboellia*.
S. 66 lies *Echinopogon ovatus* statt *E. australis*.

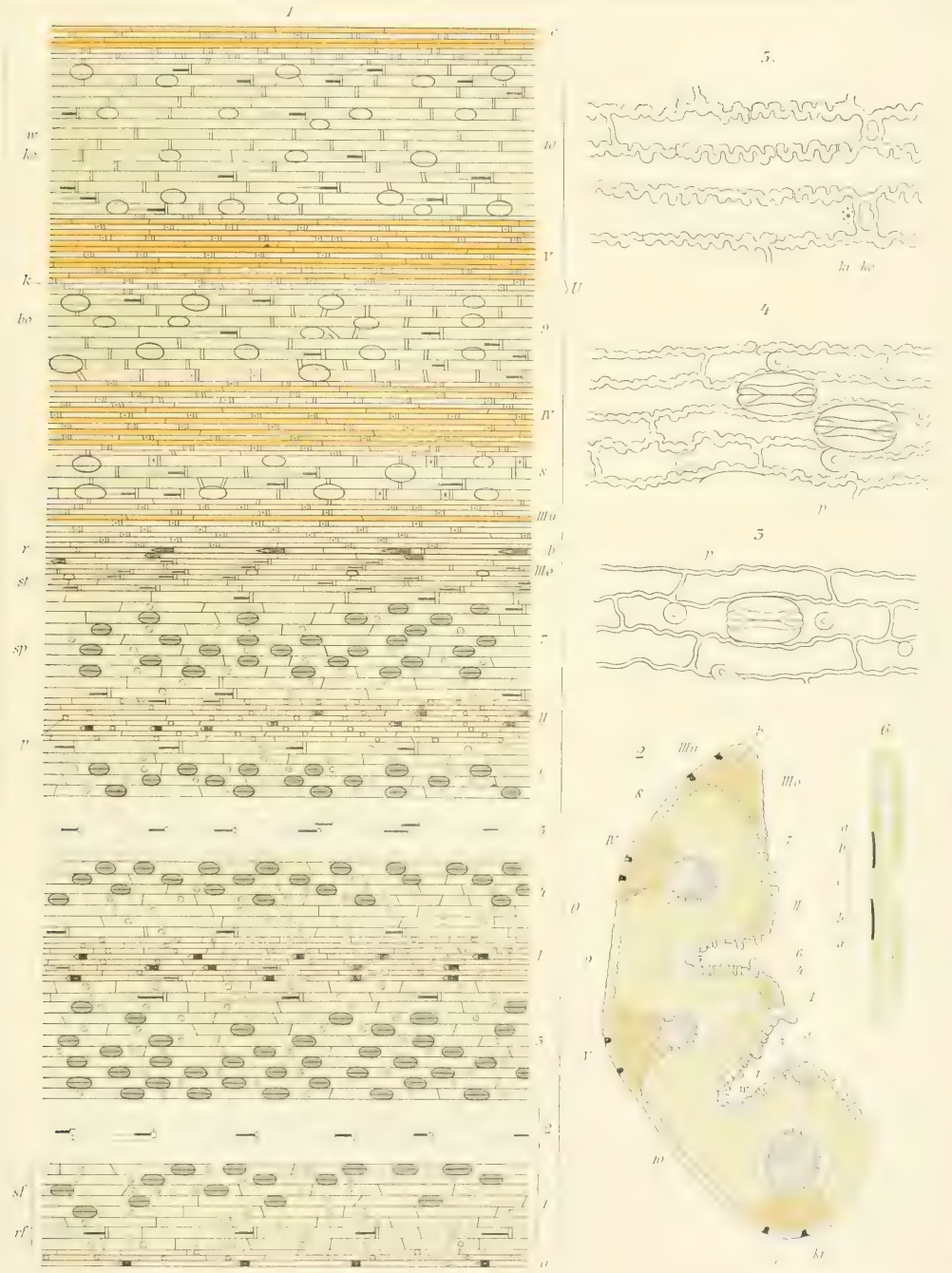
Inhaltsverzeichnis.

Allgemeiner Teil. Seite

Historisches . . . 1
Untersuchungsmethode . . . 14
Übersicht über die Epidermis . . . 17
Verkieselung . . . 25

Specieller Teil.

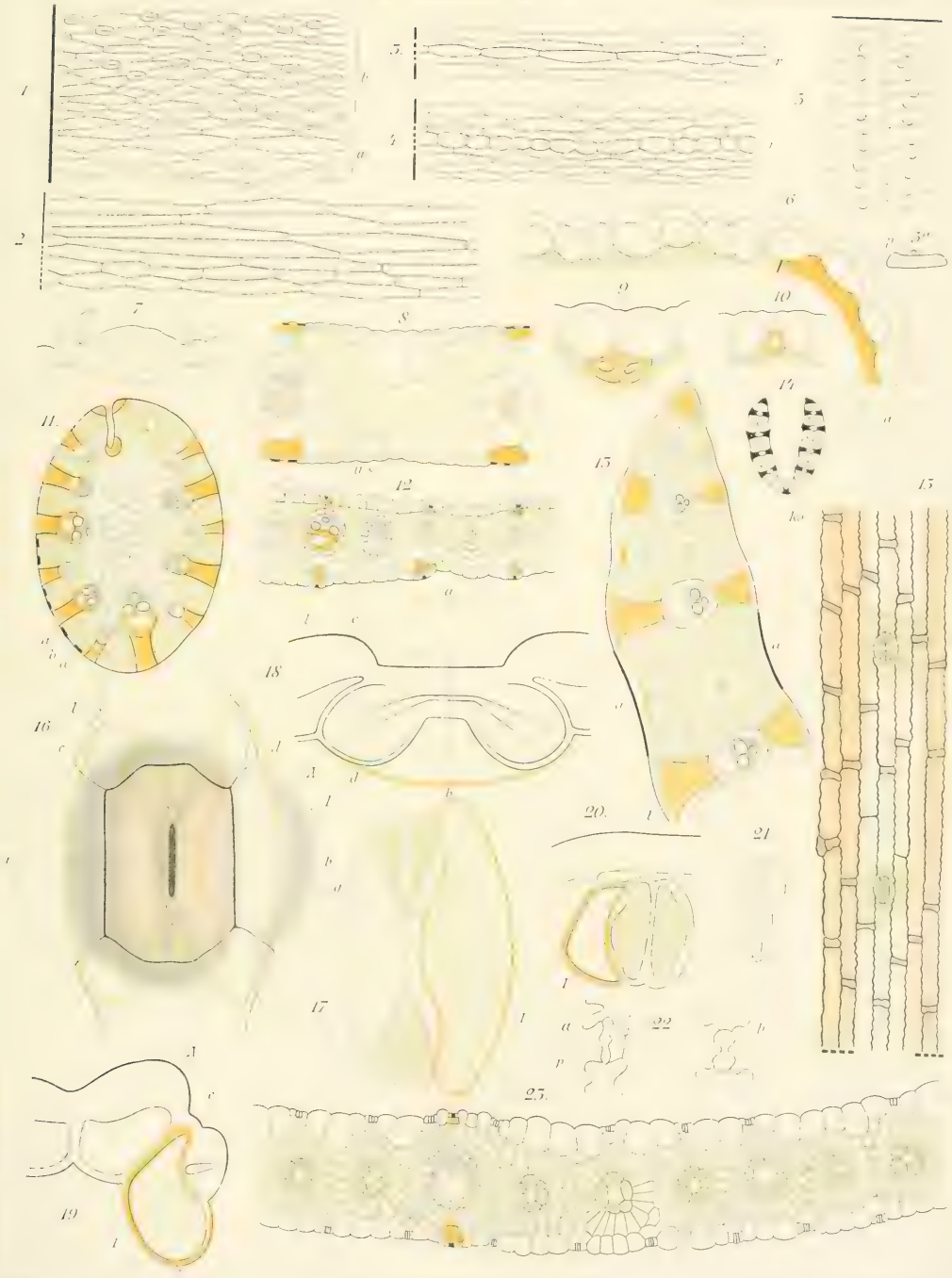
Langzellen . . . 31
Blasenzellen . . . 34
Kurzzellen.
Morphologie.
Kieselkurzzellen . . . 36
Korkkurzzellen . . . 49
Zwischenzellen . . . 51
Topographie.
Allgemeines . . . 51
Übersicht über die Epidermisstreifen . . . 55
Specielles über die Streifen über Bast auf der Blattfläche . . . 57
„ „ „ „ „ „ am Mittelnerv . . . 59
„ „ den Streifen über Bast am Blattrande . . . 61
„ „ die Streifen über Parenchym . . . 62
Grössenverhältnisse . . . 63
Beziehungen der Kieselkurzzellen zum System und zu Klima und Standort . . . 65
Vergleich der Kieselkurzzellen mit den Deck- und Kegelzellen . . . 68
Winkelhaare.
Morphologie . . . 69
Topographie . . . 72
Beziehungen zum System und zu Klima und Standort . . . 73
Stachelhaare.
Morphologie . . . 76
Topographie . . . 77
Borstenhaare . . . 78
Weichhaare . . . 81
Papillen und Cuticulargebilde . . . 81
Spaltöffnungen . . . 83
Bemerkungen über das Mesophyll . . . 85
Resultate . . . 87
Litteraturverzeichnis . . . 98
Verzeichnis der untersuchten Arten . . . 101
Figurenerklärung . . . 108
Register . . . 120
Tafeln I—X.



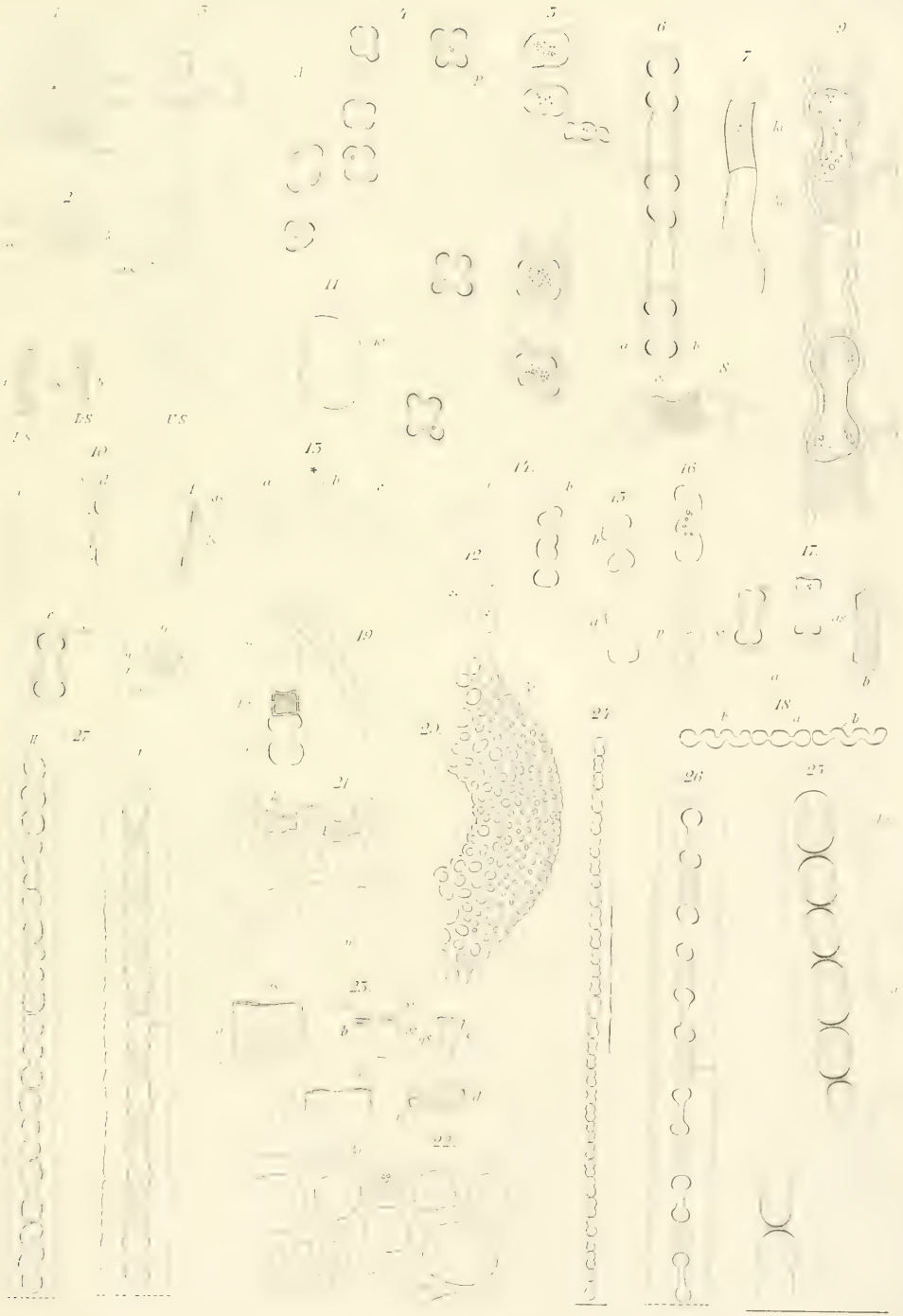
A. Grob del

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart

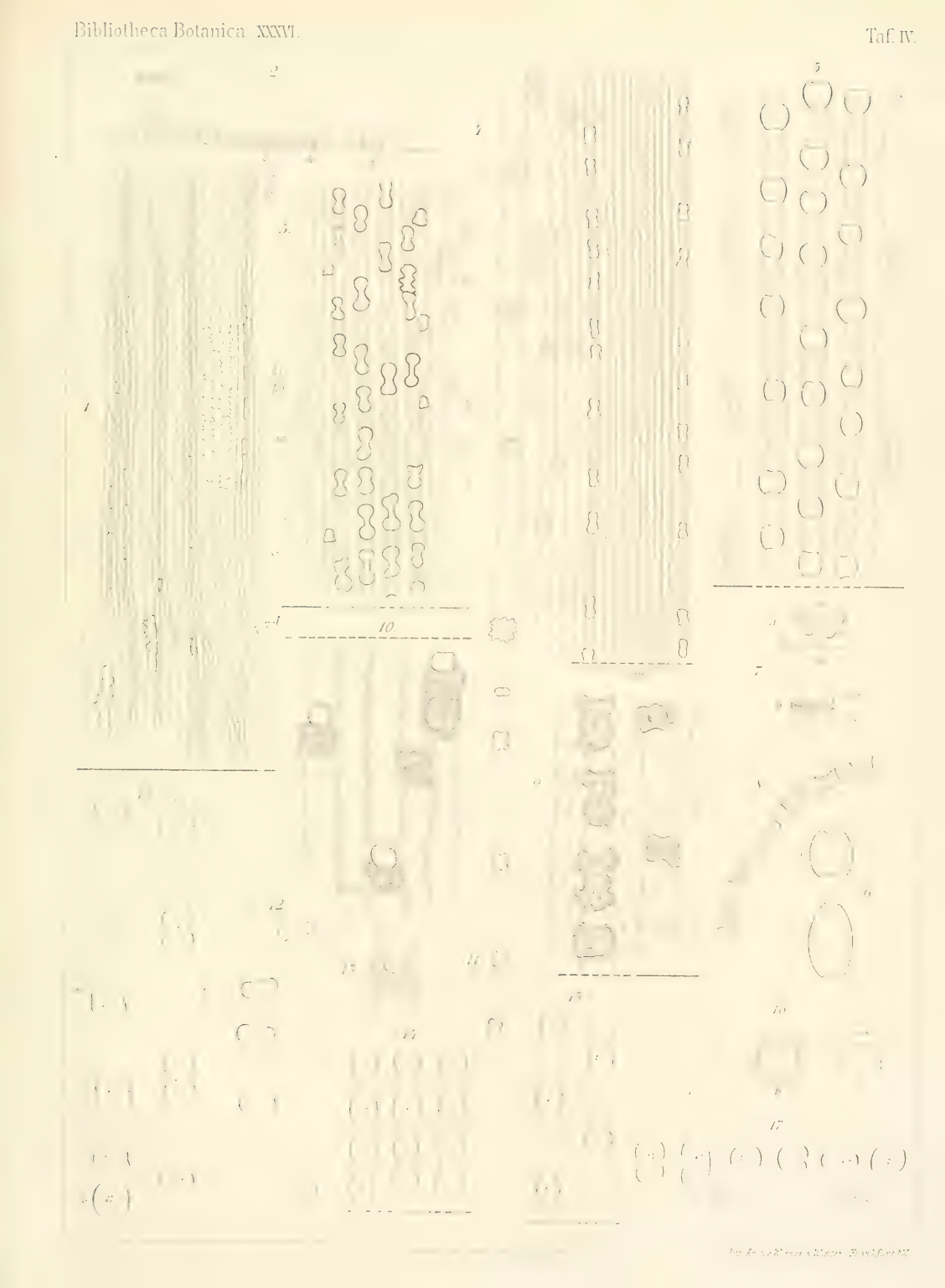
Werner & Winter, Frankfurt a/M

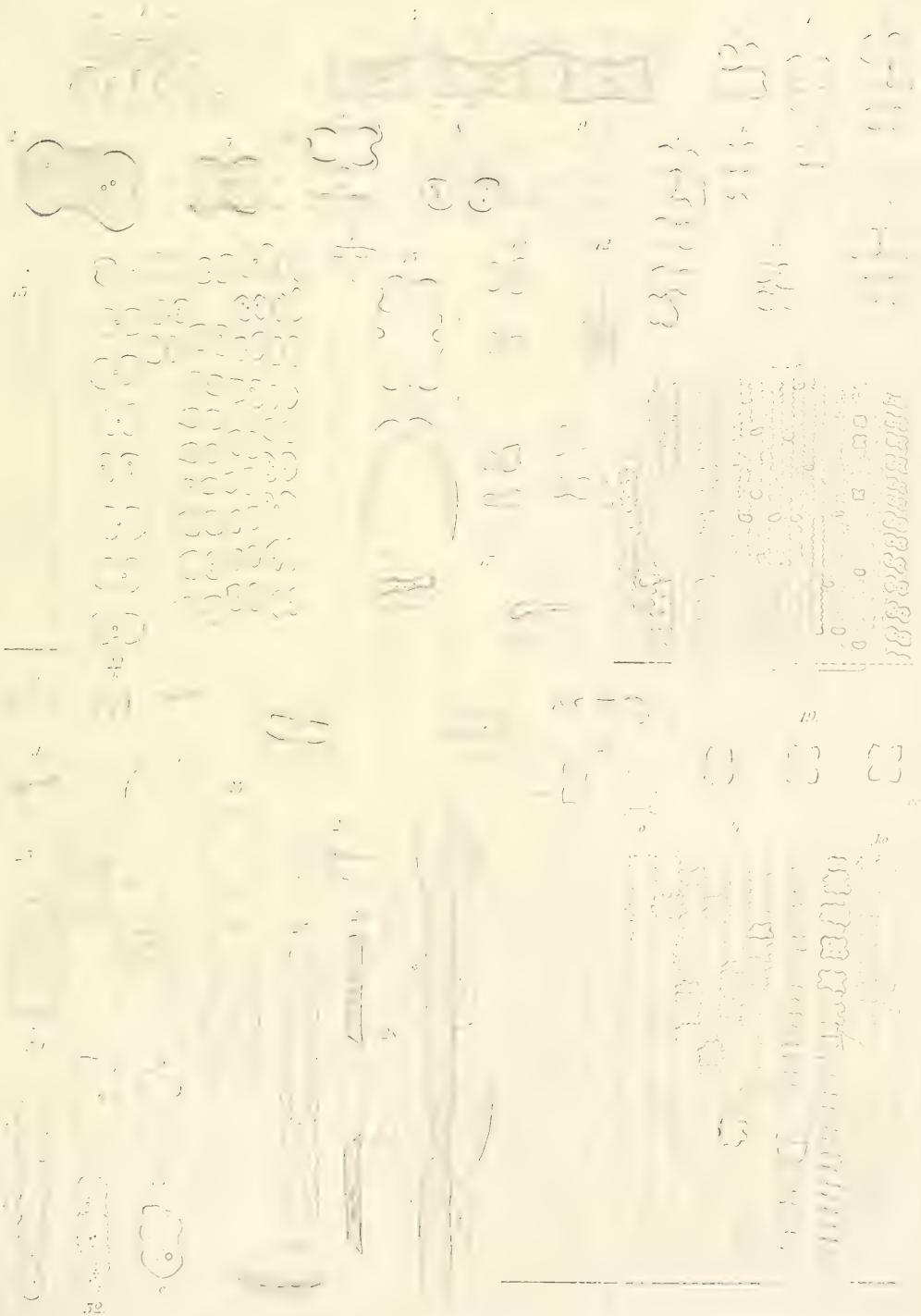


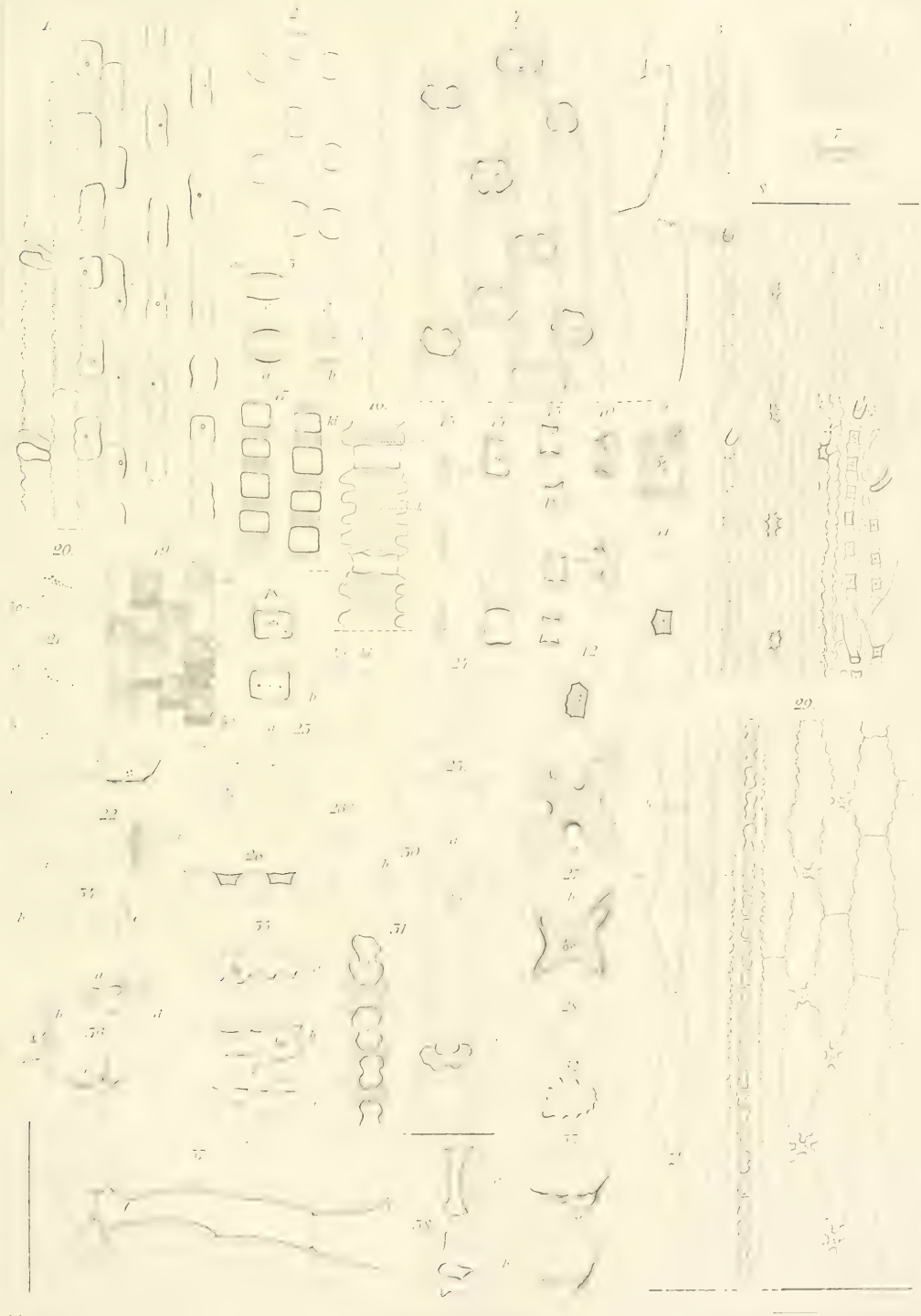
Lith. Anst. v. Werner & Winter Frankfurt a/M.

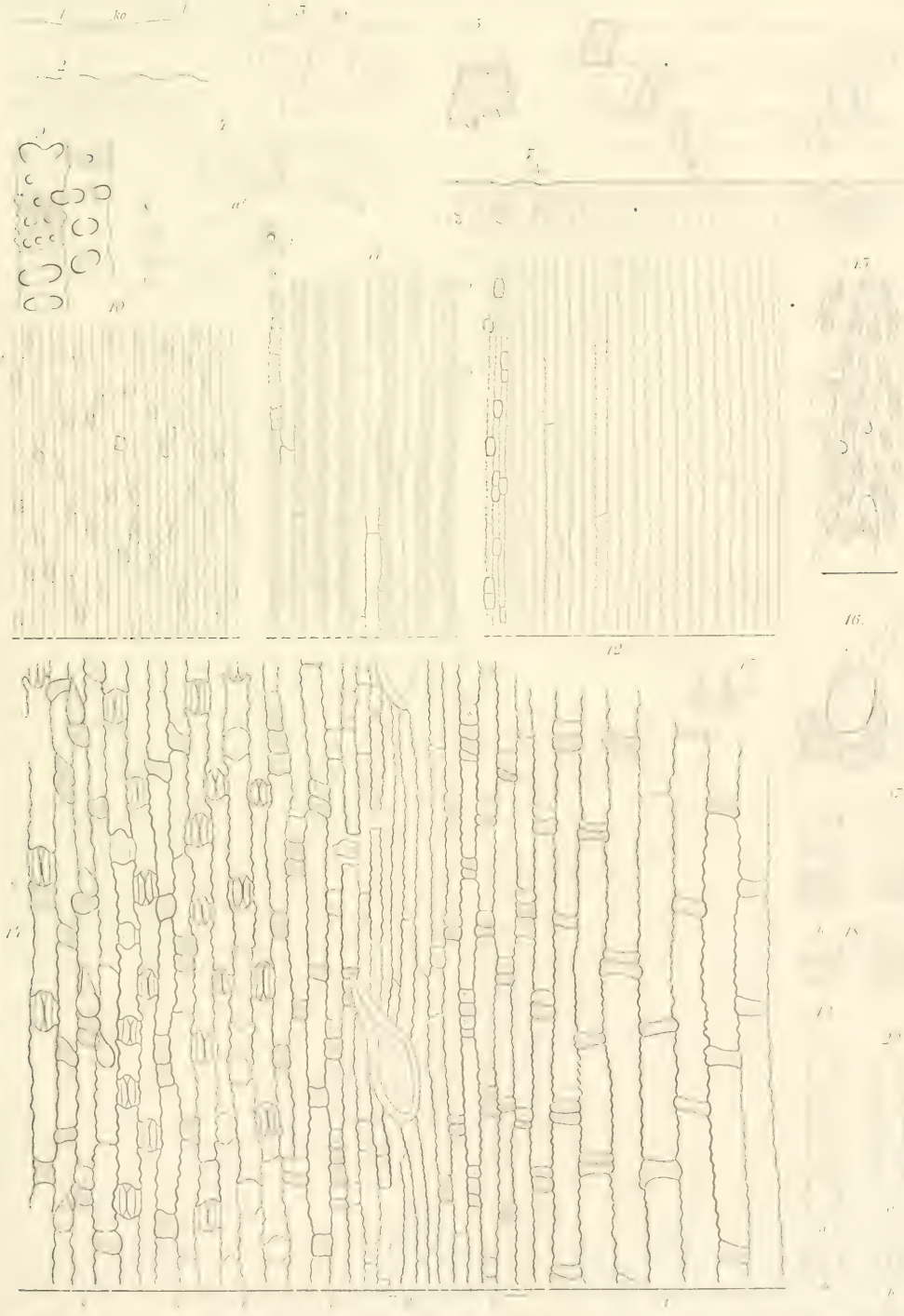


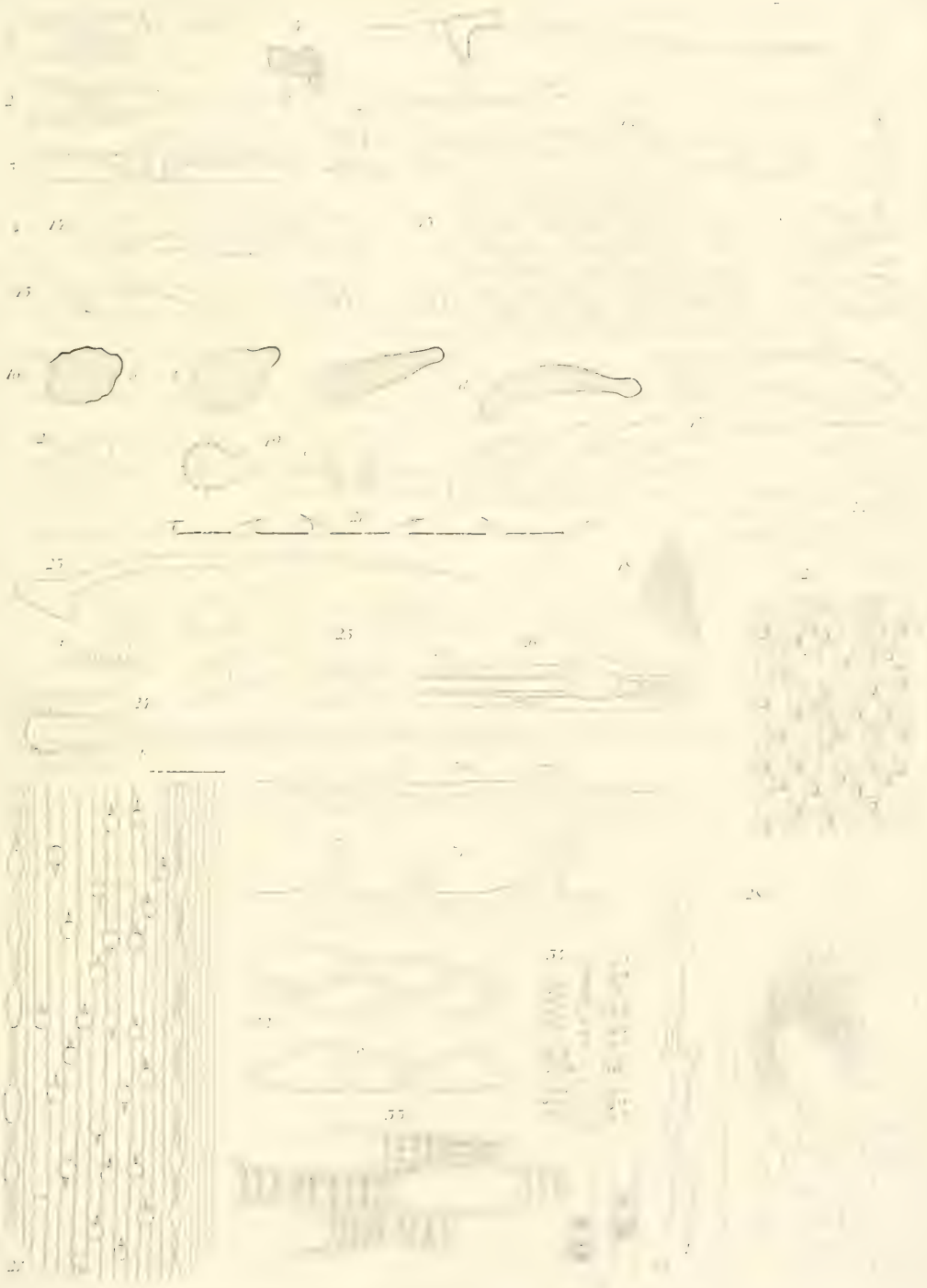
Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

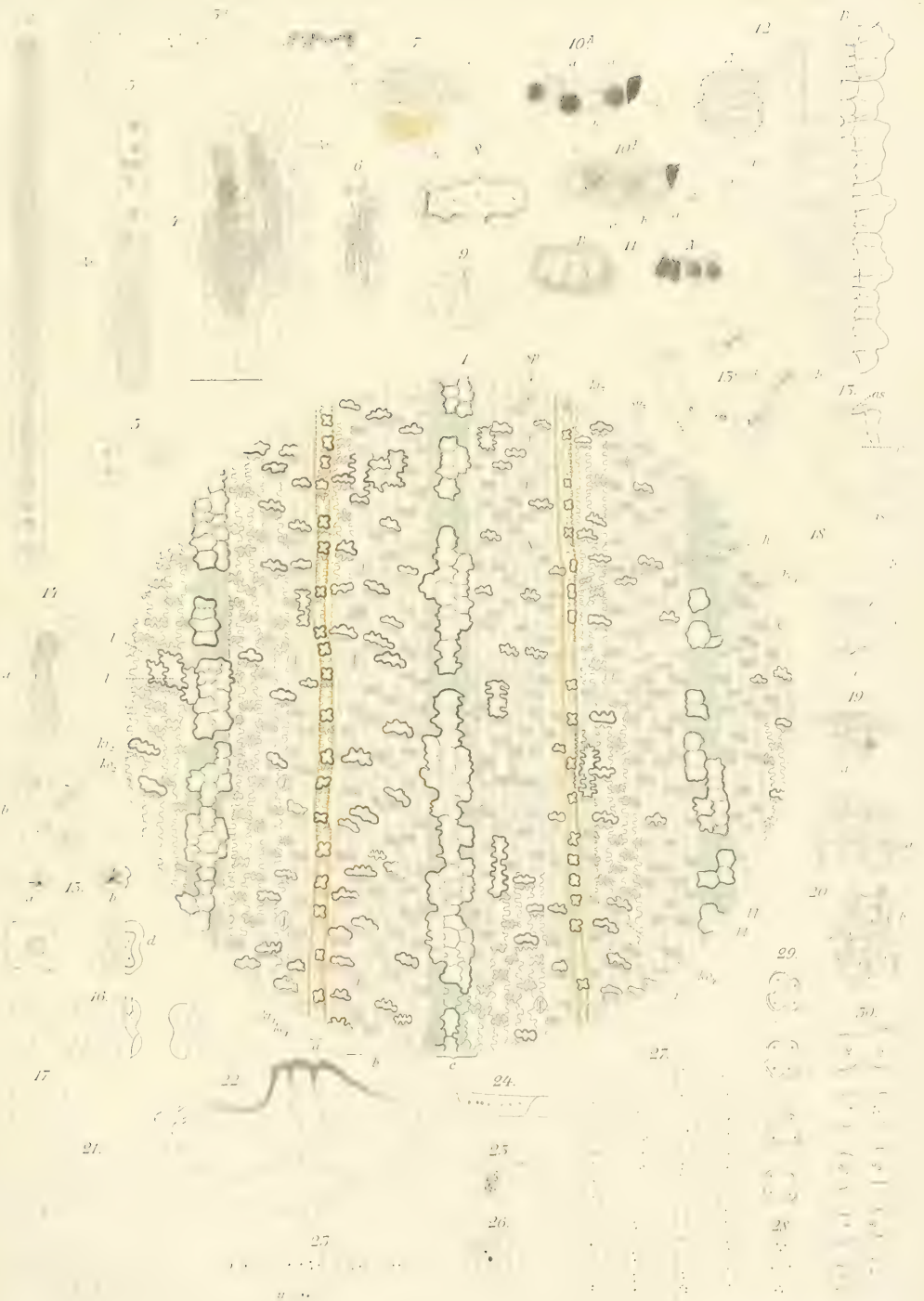




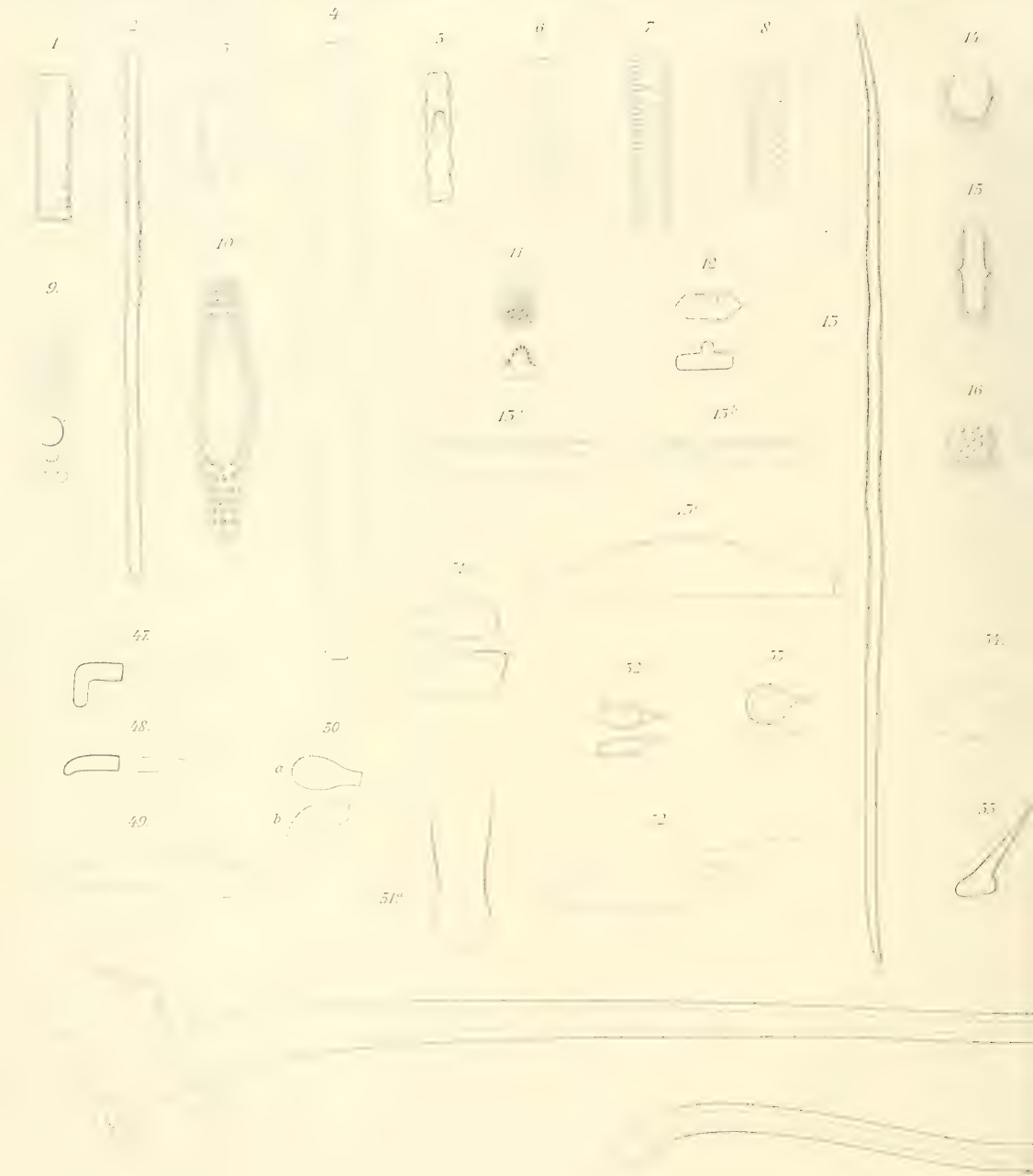

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.
62.
63.
64.
65.
66.
67.
68.
69.
70.
71.
72.
73.
74.
75.
76.
77.
78.
79.
80.
81.
82.
83.
84.
85.
86.
87.
88.
89.
90.
91.
92.
93.
94.
95.
96.
97.
98.
99.
100.
101.
102.
103.
104.
105.
106.
107.
108.
109.
110.
111.
112.
113.
114.
115.
116.
117.
118.
119.
120.
121.
122.
123.
124.
125.
126.
127.
128.
129.
130.
131.
132.
133.
134.
135.
136.
137.
138.
139.
140.
141.
142.
143.
144.
145.
146.
147.
148.
149.
150.
151.
152.
153.
154.
155.
156.
157.
158.
159.
160.
161.
162.
163.
164.
165.
166.
167.
168.
169.
170.
171.
172.
173.
174.
175.
176.
177.
178.
179.
180.
181.
182.
183.
184.
185.
186.
187.
188.
189.
190.
191.
192.
193.
194.
195.
196.
197.
198.
199.
200.
201.
202.
203.
204.
205.
206.
207.
208.
209.
210.
211.
212.
213.
214.
215.
216.
217.
218.
219.
220.
221.
222.
223.
224.
225.
226.
227.
228.
229.
230.
231.
232.
233.
234.
235.
236.
237.
238.
239.
240.
241.
242.
243.
244.
245.
246.
247.
248.
249.
250.
251.
252.
253.
254.
255.
256.
257.
258.
259.
260.
261.
262.
263.
264.
265.
266.
267.
268.
269.
270.
271.
272.
273.
274.
275.
276.
277.
278.
279.
280.
281.
282.
283.
284.
285.
286.
287.
288.
289.
290.
291.
292.
293.
294.
295.
296.
297.
298.
299.
300.
301.
302.
303.
304.
305.
306.
307.
308.
309.
310.
311.
312.
313.
314.
315.
316.
317.
318.
319.
320.
321.
322.
323.
324.
325.
326.
327.
328.
329.
330.
331.
332.
333.
334.
335.
336.
337.
338.
339.
340.
341.
342.
343.
344.
345.
346.
347.
348.
349.
350.
351.
352.
353.
354.
355.
356.
357.
358.
359.
360.
361.
362.
363.
364.
365.
366.
367.
368.
369.
370.
371.
372.
373.
374.
375.
376.
377.
378.
379.
380.
381.
382.
383.
384.
385.
386.
387.
388.
389.
390.
391.
392.
393.
394.
395.
396.
397.
398.
399.
400.
401.
402.
403.
404.
405.
406.
407.
408.
409.
410.
411.
412.
413.
414.
415.
416.
417.
418.
419.
420.
421.
422.
423.
424.
425.
426.
427.
428.
429.
430.
431.
432.
433.
434.
435.
436.
437.
438.
439.
440.
441.
442.
443.
444.
445.
446.
447.
448.
449.
450.
451.
452.
453.
454.
455.
456.
457.
458.
459.
460.
461.
462.
463.
464.
465.
466.
467.
468.
469.
470.
471.
472.
473.
474.
475.
476.
477.
478.
479.
480.
481.
482.
483.
484.
485.
486.
487.
488.
489.
490.
491.
492.
493.
494.
495.
496.
497.
498.
499.
500.
501.
502.
503.
504.
505.
506.
507.
508.
509.
510.
511.
512.
513.
514.
515.
516.
517.
518.
519.
520.
521.
522.
523.
524.
525.
526.
527.
528.
529.
530.
531.
532.
533.
534.
535.
536.
537.
538.
539.
540.
541.
542.
543.
544.
545.
546.
547.
548.
549.
550.
551.
552.
553.
554.
555.
556.
557.
558.
559.
560.
561.
562.
563.
564.
565.
566.
567.
568.
569.
570.
571.
572.
573.
574.
575.
576.
577.
578.
579.
580.
581.
582.
583.
584.
585.
586.
587.
588.
589.
590.
591.
592.
593.
594.
595.
596.
597.
598.
599.
600.
601.
602.
603.
604.
605.
606.
607.
608.
609.
610.
611.
612.
613.
614.
615.
616.
617.
618.
619.
620.
621.
622.
623.
624.
625.
626.
627.
628.
629.
630.
631.
632.
633.
634.
635.
636.
637.
638.
639.
640.
641.
642.
643.
644.
645.
646.
647.
648.
649.
650.
651.
652.
653.
654.
655.
656.
657.
658.
659.
660.
661.
662.
663.
664.
665.
666.
667.
668.
669.
670.
671.
672.
673.
674.
675.
676.
677.
678.
679.
680.
681.
682.
683.
684.
685.
686.
687.
688.
689.
690.
691.
692.
693.
694.
695.
696.
697.
698.
699.
700.
701.
702.
703.
704.
705.
706.
707.
708.
709.
710.
711.
712.
713.
714.
715.
716.
717.
718.
719.
720.
721.
722.
723.
724.
725.
726.
727.
728.
729.
730.
731.
732.
733.
734.
735.
736.
737.
738.
739.
740.
741.
742.
743.
744.
745.
746.
747.
748.
749.
750.
751.
752.
753.
754.
755.
756.
757.
758.
759.
760.
761.
762.
763.
764.
765.
766.
767.
768.
769.
770.
771.
772.
773.
774.
775.
776.
777.
778.
779.
780.
781.
782.
783.
784.
785.
786.
787.
788.
789.
790.
791.
792.
793.
794.
795.
796.
797.
798.
799.
800.
801.
802.
803.
804.
805.
806.
807.
808.
809.
810.
811.
812.
813.
814.
815.
816.
817.
818.
819.
820.
821.
822.
823.
824.
825.
826.
827.
828.
829.
830.
831.
832.
833.
834.
835.
836.
837.
838.
839.
840.
841.
842.
843.
844.
845.
846.
847.
848.
849.
850.
851.
852.
853.
854.
855.
856.
857.
858.
859.
860.
861.
862.
863.
864.
865.
866.
867.
868.
869.
870.
871.
872.
873.
874.
875.
876.
877.
878.
879.
880.
881.
882.
883.
884.
885.
886.
887.
888.
889.
890.
891.
892.
893.
894.
895.
896.
897.
898.
899.
900.
901.
902.
903.
904.
905.
906.
907.
908.
909.
910.
911.
912.
913.
914.
915.
916.
917.
918.
919.
920.
921.
922.
923.
924.
925.
926.
927.
928.
929.
930.
931.
932.
933.
934.
935.
936.
937.
938.
939.
940.
941.
942.
943.
944.
945.
946.
947.
948.
949.
950.
951.
952.
953.
954.
955.
956.
957.
958.
959.
960.
961.
962.
963.
964.
965.
966.
967.
968.
969.
970.
971.
972.
973.
974.
975.
976.
977.
978.
979.
980.
981.
982.
983.
984.
985.
986.
987.
988.
989.
990.
991.
992.
993.
994.
995.
996.
997.
998.
999.
1000.







Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart


1
2
3
4
5
6
7
8
9.
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
a
b
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48.
49.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Prof. Dr. B. Frank**

Königsberg i./Pr. Berlin.

Inhalt der einzelnen Hefte:

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. H.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. I. Theil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.,** Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil,** Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II. Theil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg,** Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter,** Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farb. Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.,** Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.,** Blüthenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 20 Mark.
22. **Karsten, G.,** Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen. Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.,** Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.,** Ueber die Rindenknollen der Rothbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von,** Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
27. **Buchenau, Prof. Dr. Fr.,** Ueber den Aufbau des Palmiet-Schilfes aus dem Caplande. (Prionium serratum Drège.) Mit 3 teilweise colorierten Tafeln. Preis 18 Mark.
28. **Luerssen, Prof. Dr. Chr.,** Beiträge zur Kenntniss der Flora West- und Ostpreussens. I.—III. Mit 23 Tafeln. Preis 65 Mark.
29. **Pohl, Dr. Jul.,** Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Mit 4 Tafeln. Preis 8 Mark.
30. **Elfert, Dr. Th.,** Ueber die Auflösungsweise der secundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
31. **Groppler, Dr. Rob.,** Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Mit 4 Tafeln. Preis 12 Mark.
32. **Jungner, J. R.,** Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Mit 3 Tafeln. Preis 10 Mark.
33. **Mäule, C.,** Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung. Mit 2 Tafeln. 1895. Preis 8 Mark.
34. **Jarius,** Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung. Mit 1 Tafel. 1896. Preis 7 Mark.
35. **Schlickum, A.,** Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen. Mit 5 Tafeln. 1896. Preis 24 Mark.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 37.

Die Milchsafthaare der Cichoriaceen

von

Dr. Richard Zander.

Mit 2 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 37.

Die Milchsafthaare der Cichoriaceen

von

Dr. Richard Zander.

Mit 2 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Die

Milchsafthaare der Cichoriaceen.

Eine anatomisch-physiologische Studie

von

Dr. Richard Zander.

Mit 2 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Einleitung.

Unter allen Gewerbearten, welche den Pflanzenkörper aufbauen, ist die Epidermis mit ihren Anhangsgebilden durch die Mannigfaltigkeit der sie zusammensetzenden Formelemente besonders ausgezeichnet. Bei der Betrachtung der verschiedenartigen Trichome, welche durch das Studium zahlreicher Forscher bekannt geworden sind, ist man in der That erstaunt, welche Formenfülle der schaffenden Natur zu Gebote steht, um denselben, und noch viel mehr, um verschiedene Zwecke zu erreichen. Es ist dies um so auffallender, als im allgemeinen sich die Tendenz zu erkennen giebt, die grösste Leistung mit den kleinsten Mitteln zu erzielen, d. h. die Organe mit möglichst wenig Kraft- und Stoffaufwand herzustellen. Gewissermassen um diesem Bestreben ein Gegengewicht zu geben, gefällt sie sich, eine fast verschwenderische Formenfülle unter verschiedenen Umständen, aber zur Erreichung desselben Zieles aufzuwenden.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die Trichome sehr ungleichartige, vielleicht sogar alle Funktionen der übrigen Gewebe des Pflanzenkörpers übernehmen können; in den meisten Fällen dienen sie jedoch dem Schutze des von ihnen bekleideten Organes. Das Schutzbedürfnis der Pflanze kann nun ein sehr vielseitiges sein, und man wird nicht fehl gehen, dasselbe nach zwei Seiten hin zu unterscheiden; einmal kann sich dasselbe gegen klimatische Einflüsse, andererseits gegen tierische Insulte richten. Es hat sich gezeigt, dass die Trichome beiden Zwecken dienen können. Der eklatanteste, am meisten in die Augen fallende und auch bekannteste Fall, der zur Erläuterung des Schutzes gegen tierische Feinde herangezogen werden kann, sind die Brennhaare von *Urtica dioïca* u. a. Dieselben haben für uns aber noch weitergehendes Interesse.

In anatomischer Beziehung sind die Brennhaare der Nessel und anderer Pflanzen als Hautdrüsen aufzufassen, da ihre Entwicklungsgeschichte lehrt, dass sie aus einer Epidermiszelle hervorgehen. Sie stehen mit keinem Gewebesystem des inneren Pflanzenkörpers in Verbindung; beim Abbrechen der Haarspitze wird nur der Inhalt der einzigen, gegen das darunterliegende Gewebe scharf abgegrenzten und abgeschlossenen Zelle entleert.

In der Familie der Cichoriaceen finden sich nun auf den Involucralschuppen der Blütenköpfchen und teilweise auch auf den Stützblättern der Inflorescenzauszweigungen Haargebilde, welche in ähnlicher Weise wie die Brennhaare fungiren, die jedoch nicht als Hautdrüsen oder überhaupt als Drüsen anzusehen sind; denn sie stehen mit einem den ganzen Pflanzenkörper durchziehenden Systeme, den Milchsaftgefässen, in Verbindung.

Berührt man an warmen Sommertagen das Involucrum der Blütenköpfchen von *Lactuca Scariola* L. mit dem Finger oder sonst irgend einem Gegenstande unter Vermeidung jeglicher Verletzung, so sieht man auf demselben kleine Tröpfchen von Milchsaft hervortreten. Untersucht man ein solches Köpfchen genauer mit der Lupe, so erkennt man mehr oder weniger zahlreiche, bräunliche Punkte, welche mit dem Aussehen erstarrten Milchsaftes durchaus übereinstimmen und ohne Zweifel die Erstarrungsprodukte früherer, ähnlicher Ausscheidungen darstellen.

Diese interessante Thatsache der Milchsaftausscheidung bei Berührung ist schon lange bekannt und zuerst von Carradori im Jahre 1805 an den Hüllschuppen von *Lactuca sativa* L. beobachtet worden. Bisweilen fand er schon eine starke Erschütterung der Pflanze ausreichend, um die Secretion zu veranlassen. Zur Erklärung dieser sonderbaren Erscheinung spricht Carradori der Pflanze eine besondere Reizbarkeit zu, ohne jedoch weitere Untersuchungen zur Klarstellung des Phänomens anzustellen, oder über die Beziehungen sich zu äussern, welche zwischen dem Milchsaftgefässsystem und dem Tröpfchenausfluss bestehen können.

Trécul,[1]) dem wir diese Mitteilung der Carradori'schen Beobachtung verdanken, fand dieselbe Erscheinung bei *Lactuca virosa, altissima, Scariola, augustana, stricta, Dregeana, quercina, cracoviensis, livida* und auch bei *Lactuca sativa*. Bei mikroskopischer Untersuchung ergab sich, dass die Milchsaftgefässe in den Hüllschuppen vom Leitbündel her sich verzweigen und sich mehr oder weniger schief aufwärts durch das Parenchym bis unter die Epidermis und Cuticula erheben. Seine Anschauung von dem Zustandekommen der Milchsaftausscheidung fasst Trécul in folgenden Satz zusammen: „Celle-ci (la cuticule) étant altérée et la fine membrane des lacticifères aussi, il suffit quelquefois du contact des fourmis, pour en faire jaillir du suc laiteux."

Im Verlaufe seiner umfangreichen Untersuchungen über die Milchsaftgefässe überhaupt beschreibt Trécul[2]) eigenartige Verhältnisse bei der Lobeliacee *Siphocampylus manettiaeflorus*. Er fand nämlich, dass bei dieser Pflanze die Milchsaftgefässe sehr häufig in der Epidermis endigen und sich bisweilen sogar als Papillen oder kurze Haare über dieselbe erheben. Die angrenzenden Wände der benachbarten Epidermiszellen zeigten sehr merkwürdige, kugelige Verdickungen. „Les membranes contiguës des cellules épidermiques présentent parfois, autour de ces vaisseaux, des hypertrophies globuleuses fort singulières. Sur d'autres points les cellules épidermiques sont rongées par des eschares au fond desquelles aboutissent un ou plusieurs lacticifères."

Ohne von den angeführten Beobachtungen Kenntnis zu haben, beschreibt Delpino[3]) die Milchsaftausscheidung als neu bei *Lactuca virosa* L. und *L. sativa* L. Er führt sie ebenfalls, wie Carradori, auf eine besondere Reizbarkeit der Pflanze zurück und hat die seltsame Ansicht, dass der Milchsaft aus den Spaltöffnungen hervortrete. Zugleich bringt er aber einen neuen Gesichtspunkt zur Erörterung, indem er auf die biologische Bedeutung der Erscheinung hinweist, deren Wichtigkeit für die Pflanze zur Fernhaltung schädlicher Tiere er besonders betont. Eine weitere Beobachtung, ebenfalls hauptsächlich mit Berücksichtigung der biologischen Bedeutung, stammt von Piccioli.[4]) Er betrachtet die Milchsaftausscheidung der Lactuca-Arten als Schutzmittel gegen Schnecken und findet, dass die Ausscheidung vermittels papillenartiger Fortsätze der Milchsaftgefässe, welche sich über die Epidermis erheben und bei der leisesten Berührung platzen, hervorgerufen werde.

[1]) Trécul, A. Etudes sur les lacticifères. Ann. d. sc. nat. Bot. V. sér. t. V. Paris 1866, pag. 71.

In der folgenden, kurzen Litteraturübersicht sind nur die auf die Milchsafthaare bezüglichen Arbeiten und in dem Abschnitt über die Biologie etc. nur diejenigen Mitteilungen berücksichtigt worden, in welchen entweder eine neue Ansicht zuerst enthalten ist, oder die eine solche mit Konsequenz und Schärfe verfolgen. Die gesamte, recht umfangreiche Litteratur über die Milchröhren ist sowohl von Chauveaud, „Recherches embryogéniques sur l'appareil lacticifère des Euphorbiacées, Urticinées, Apocynées et Asclépiadées." Ann. d. sc. nat. Bot. VII. sér. t. XIV Paris 1891 zusammengestellt, als auch ganz neuerdings von Dr. O. Chimani in seiner Arbeit über „Bau und Anordnung der Milchröhren mit besonderer Berücksichtigung der Guttapercha und Kautschuck liefernden Pflanzen." Bot. Centrbl. 1895 Bd. 61 mit aller nur wünschenswerten Ausführlichkeit behandelt worden.

[2]) l. c. pag. 75.

[3]) Delpino, Osservazioni e note botaniche. Malpighia t. III. 1890.

[4]) Piccioli: Rapporti biologici fra le piante e le lumache seconda nota. Bull. d. l. Soc. bot. ital. 1892. pag. 339.

Auch Stahl[1]) erwähnt das Vorkommen freier Endigungen der Milchsaftgefässe von *Lactuca perennis*. „Die Blätter der Hüllkelche von *Lactuca perennis* sind mit zahlreichen abwärts geneigten haarähnlichen Fortsätzen versehen. An in Chloralhydrat durchsichtig gemachten Präparaten lässt sich der Zusammenhang dieser Fortsätze, welche sich zwischen den Epidermiszellen durchzwängen, mit dem inneren Milchröhrensystem unschwer nachweisen."

Alle bisher genannten Beobachter begnügen sich teils mit der Feststellung der Thatsache, dass eine Ausscheidung von Milchsaft bei den Arten der Gattung Lactuca infolge von Berührung stattfindet, oder sie tragen nur der biologischen Bedeutung dieser Erscheinung Rechnung, soweit dieselbe geeignet ist, sei es dem Schutze und der Erhaltung des Individuums, sei es der Fortpflanzung der Art zu dienen. Bei dem erklärlichen Interesse, das alle Erscheinungen und Einrichtungen, welche die Pflanze zum Schutze ihrer selbst und zur Erhaltung der Art ausgebildet hat, für sich in Anspruch nehmen, ist es um so wunderbarer, dass eine Erscheinung so frappanter Art wie die vorliegende, welche schon von ihrem Entdecker in der oben bezeichneten Weise gedeutet wurde, in Bezug auf die Organe, welche sie vermitteln, so wenig, fast gar nicht in anatomisch-entwicklungsgeschichtlicher Richtung untersucht worden ist. Daher erklärt sich natürlich auch, dass die Physiologie der Ausscheidung unbekannt geblieben ist, obwohl für die vielseitige und vielumstrittene Funktion der Milchsäfte von dieser Seite vielleicht ein Anhaltspunkt zu gewinnen gewesen wäre. Ja, mit Ausnahme der kurzen Notiz, welche Piccioli über die letzten Auszweigungen der Milchröhren, wie oben mitgeteilt, gab, sowie der aphoristischen Angabe Stahls, ist die Frage gar nicht discutirt worden, ob überhaupt besondere Organe vorhanden sind, welche die Ausscheidung von Milchsaft ermöglichen.

Kny[2]) war der erste, welcher diese Frage stellte und zugleich eine eingehende Beschreibung der anatomischen Details für *Lactuca Scariola* L. gab. Mit dieser Arbeit haben wir uns jetzt ausführlicher zu beschäftigen, da sie die Grundlage und den Anstoss für die folgenden Untersuchungen abgegeben hat.

Zunächst stellte Kny fest, dass die Eigentümlichkeit, bei Berührung Milchsafttröpfchen auszuscheiden, durchaus nicht auf die Gattung Lactuca beschränkt ist, sondern vielmehr in der Gruppe der Cichoriaceen ziemlich verbreitet zu sein scheint. Er beobachtete sie neu bei:

Sonchus arvensis L.
„ oleracens L.
Mulgedium macrophyllum D. C.
„ Plumieri D. C.
Prenanthes purpurea L.
Picris hieracioïdes L.
Lampsana communis L.

Ferner fand er, dass dieselbe sich nicht nur an den Hüllblättern des Blütenköpfchens zeige, sondern bei einzelnen Arten, wie *Lactuca Scariola*, *L. virosa* und *Mulgedium Plumieri* auch an den Stützblättern der Inflorescenzauszweigungen auftrete. Über die anatomischen und physiologischen Verhältnisse, wie sie Kny für *Lactuca Scariola* beschreibt, ist Folgendes hier mitzuteilen.

[1]) Stahl E., Pflanzen und Schnecken. Jen. Ztschr. f. Naturwissensch. und Medizin Bd. XXII (N. F. XV) Jena, 1888, pag. 121 d. Sep.-Abdrcks.

[2]) Kny: Die Milchsafthaare der Cichoraceen (Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde z. Berlin 1893, pag. 191 ff).

Die 15—20 Hüllschuppen, welche das Blütenköpfchen umgeben, sind nach ihrer Stellung verschieden gestaltet. Die äusseren Schuppen sind kurz und spitzen sich von einer breiten Basis allmählich nach oben zu; sie sind im ganzen kräftig gebaut Die Leitbündel sind vom Grunde bis zur Spitze reichlich verzweigt und bilden durch zahlreiche, seitliche Anastomosen ein enges Maschenwerk. Die innersten, die Blüten unmittelbar umgebenden Involucralblätter dagegen sind erheblich länger, am Grunde nur wenig breiter als an der Spitze und tragen auf derselben ein Büschel verzweigter Haare. Die Leitbündel sind nur in dem acroscopen Teil netzartig verzweigt, während sie in dem basiscopen Teil vorwiegend einfach in longitudinaler Richtung verlaufen. Die mittleren Hüllblätter halten auch in anatomischer Beziehung die Mitte zwischen den beiden Extremen. In allen Fällen folgen nun die Milchsaftgefässe den Hauptsträngen der Leitbündel und nur ihre letzten Auszweigungen verbreiten sich unregelmässig zwischen den Maschen des Gefässbündelnetzes.

„Diese letzten, unter die Epidermis der Aussenwand vordringenden Zweige des Milchröhrensystems sind es, welche die Epidermis an bestimmten Stellen durchsetzen, um sich in Gestalt von Haaren über ihre Aussenfläche zu erheben. Die Stellen der Epidermis, wo dies geschieht, sind dadurch gekennzeichnet, dass ihre Zellen einen relativ geringen Tangentialdurchmesser besitzen, dass ihre Aussenwände schwach verdickt, ihre Seitenwände schwach wellig gefaltet sind, und dass Spaltöffnungen zwischen ihnen liegen. An den übrigen Stellen der Aussenwand sind die Epidermiszellen verhältnismässig gross und erheben sich mit stark verdickter Aussenwand zu kegelförmigen Papillen. Diese letzt bezeichneten Zellen liegen in solchen Teilen, wo die Schuppenblätter derbe Consistenz besitzen, einzeln oder gruppenweise über den Hauptnerven und sind auf den übrigen Teilen der Spreite ziemlich regellos verteilt."

„Die haarartigen Hervorstülpungen der Milchsaftgefässe treten fast ausschliesslich nur auf solchen Teilen der Hüllschuppen hervor, welche durch eine andere Hüllschuppe nicht gedeckt sind. An den kleinen, äusseren Schuppen sind sie über die ganze Oberfläche verteilt, bevorzugen übrigens hier ein wenig die flügelförmigen Randpartieen des Grundes. Die langen, inneren Schuppen führen sie nur in ihrem oberen Teile. Ihre Zahl schwankt nach einigen Zählungen zwischen ca. 60 bis 100 auf einem Schuppenblatte."

„Die Milchsafthaare sind sowohl auf Querschnitten als auch auf unverletzten, durchsichtig gemachten Blättern durch ihre Form und ihre zarte Wandung leicht zu erkennen. Sie sind etwa drei- bis fünfmal so lang als breit, am oberen Ende abgerundet, nach unten hin ein wenig verbreitert. Zwischen den benachbarten Epidermiszellen, welche das Haar fast stets zu dreien umgeben, setzt es sich in einen mehr oder weniger engen Kanal fort, der dasselbe mit dem Milchröhrensysteme der Blattspreite in Verbindung bringt. Die drei Nachbarzellen des Milchsafthaares wölben sich gemeinsam über die sie umschliessenden Zellen empor und bilden für das Haar ein niedriges Postament. Sie machen in ihrer gerundeten Form ganz den Eindruck, als ob ihre Membran sich unter starkem Turgordruck befände. Auch stofflich sind sie von den angrenzenden Zellen verschieden, da sie sich in Chloralhydratlösung stärker als diese bräunen."

„Die Membran der Milchsafthaare ist im oberen und mittleren Teil sehr zart, im unteren ein klein wenig stärker verdickt. Hier zeigt eine innere Schicht unter Einwirkung von Chlorzinkjodlösung deutliche Blaufärbung, während die darüber liegende zarte Membran nur Spuren von Blaufärbung erkennen lässt. Im übrigen färbt sich die Membran mit dem genannten Reagenz gelbbraun; bei Behandlung mit Aetzkali nimmt sie eine schwach goldgelbe Färbung an; der Einwirkung konzentrierter Schwefelsäure widersteht sie ziemlich lange. Alles dies spricht für starke Verkorkung."

„Um festzustellen, ob die zartwandigen Zellen nur durch die Spannung, welche eine Folge des vom Milchsaft auf ihre Membran ausgeübten Druckes ist, oder auch durch mineralische Einlagerungen in die Membran ihren hohen Grad von Zerbrechlichkeit besitzen, wurde in bekannter Weise auf etwaige Einlagerung von Silicium, Kalkkarbonat und Kalkoxalat geprüft, jedoch mit negativem Erfolge. Die körnige Auflagerung, welche die Membran meist sehr deutlich zeigt, löst sich ebenso wie die auf den Aussenwandungen der nahen Epidermiszellen befindliche in Alkohol, scheint also harziger Natur zu sein."

„Erwähnenswert ist noch, dass die in Folge des Abbrechens eines Milchsafthaares entstandene Wunde sich rasch wieder schliesst. Es geht dies daraus hervor, dass die auf den Hüllschuppen befindlichen Milchsafttröpfchen stets nur geringe Grösse erreichen. Wahrscheinlich erfolgt der Verschluss durch den Turgor der benachbarten Epidermiszellen, welche, einem Quetschhahne gleich, die Membran des engen Verbindungskanales von der Seite her zusammendrücken. Auch das Gerinnen des Milchsaftes wird bei Herstellung des Verschlusses mitwirken."

Im Folgenden sind die Resultate einer Reihe von Untersuchungen niedergelegt, welche hauptsächlich von den Gesichtspunkten ausgingen, festzustellen, ob die in der oben angegebenen Tabelle aufgezählten Arten sich alle in Bezug auf den anatomischen Bau der Milchsafthaare gleich verhalten, oder ob Verschiedenheiten in der Anordnung der Zellen zu einander und Abweichungen in der Verteilung auf den Blättern vorkommen. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Art und Weise, wie die Haare mit dem subepidermalen Milchsaftgefäss in Verbindung stehen, geschenkt; überhaupt wurde die Entwicklungsgeschichte der Organe so weit als möglich sorgfältig studirt. Ferner sollte Aufklärung darüber zu schaffen gesucht werden, wie weit aus dem anatomischen Bau für die Physiologie und Mechanik des Tröpfchenausflusses Anhaltspunkte zu finden seien, und welche Rolle der ganzen Erscheinung im Haushalte der Pflanze zukomme. Demgemäss wird sich die Darstellung in drei Hauptabschnitte gliedern, in deren erstem, nach einigen technischen Notizen, die Anatomie und Entwicklungsgeschichte, in deren zweitem die Physiologie und Mechanik des Tröpfchenausflusses besprochen werden soll, während im dritten sich dann einiges über die topographische Verteilung und über die biologische Bedeutung dieser Organe anschliessen wird.

Die Untersuchungen wurden auf Anregung des Herrn Prof. Dr. L. Kny in dem von ihm geleiteten pflanzenphysiologischen Institut der hiesigen Universität, während des Jahres 1895 ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, diesem meinem hochverehrten Lehrer sowie dem damaligen Assistenten des Institutes, Herrn Dr. Carl Müller, für das stets rege Interesse, das sie dem Fortgange meiner Arbeit entgegenbrachten, sowie für die reichliche Unterstützung, die sie mir von Seiten des Institutes zu teil werden liessen, meinen herzlichen Dank auszusprechen. Verpflichtet fühlte ich mich ebenfalls dem Direktor des hiesigen kgl. botanischen Gartens, Herrn Geh. Reg.-Rat Professor Engler, für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir das nötige Material aus dem Garten überliess. Auch meinem Freunde, Herrn Dr. Kolkwitz, danke ich für mancherlei Mitteilungen sowie schliesslich Herrn C. J. Lehmann, der mir während meines Aufenthaltes auf seinem Gut in liebenswürdigster Weise die Pflanzen seines Gartens zur Verfügung stellte; ausserdem allen denjenigen Herren, welche mich durch Rat und That in den verschiedensten Fragen unterstützt haben.

Was die Methoden der anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung anlangt, so ist hauptsächlich mit 1% Chromsäure fixirtes Material zur Verwendung gekommen. Die Stammstücke und Knospen u. s. w. wurden je nach ihrer Grösse zwei bis zehn Tage in dem Fixi-

rungsmittel belassen. Darauf wurde dasselbe möglichst vollständig ausgewaschen, und die Objekte wurden durch allmähliches Überführen in 25, 50, 70, 96procentigen und absoluten Alkohol entwässert. Nach Übertragung in ein Gemisch von gleichen Teilen Alkohol absolutus und Chloroform und darauf in reines Chloroform wurden sie in der Weise mit Paraffin durchtränkt, dass das auf ca. 35—40° C. im Thermostaten gehaltene Chloroform mit einem entsprechenden Quantum harten Paraffins vom Schmelzpunkt 42° C. versetzt wurde; dasselbe löste sich allmählich in dem Chloroform und drang auf osmotischem Wege in die Gewebestücke ein. War alles gelöst, so wurde der Thermostat auf ungefähr 45° C. regulirt, und die Stopfen von den Gläsern entfernt. Nach Verlauf von etwa 24 Stunden war das Chloroform verdunstet, und die Objekte waren durch ganz allmähliches Ansteigen des Konzentrationsgrades in reines Paraffin übergeführt worden. Nach abermaligem Erhöhen der Temperatur auf ca. 58° C. wurde das leicht flüssige Paraffin abgegossen und durch vorher flüssig gemachtes vom Schmelzpunkt 58° C. ersetzt. In diesem blieben die Objekte noch wenigstens sechs Stunden.[1]) Mit Hilfe des Cambridge-Rocking-Microtome wurden sie in Schnittserien verschiedener Dicke zerlegt; diese mit Eiweiss auf den Objektträger aufgeklebt. Zur Färbung der Membranen wurde besonders bei ziemlich und ganz differenzirtem Gewebe eine konzentrirte Lösung von Bismarckbraun in 70 % Alkohol[2]) mit Vorteil verwendet. Nach einer Einwirkung von 15—60 Minuten wurde der überschüssige Farbstoff mit absolutem Alkohol entfernt, mit Xylol aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen.

Für manche Zwecke war es bisweilen vorteilhaft, die Gewebestücke vor dem Einbetten in toto zu färben. Dazu bediente ich mich mit Erfolg der Alauncochenille. Man stellt dieselbe am besten nach folgendem Rezept her. 7 g Kalialaun, 70 g käuflicher Cochenille und 700 g Wasser werden solange bei Siedehitze gehalten, bis die ursprüngliche Masse auf ungefähr 400 ccm eingedampft ist. Die trübe, tief violettrote Lösung wird nach dem Erkalten unter Zusatz von etwas Carbolsäure mehrfach filtrirt. Die Lösung ist haltbar, muss jedoch von Zeit zu Zeit, da sich bei längerem Stehen stets neue Niederschläge bilden, filtrirt werden.

Die Alauncochenille färbt die Kerne der Zellen kräftig violettrot, das Plasma und die Zellmembran jedoch nicht. Bisweilen liessen sich durch Nachfärben der Membran mit Bismarckbraun sehr schöne Effekte erzielen. Auch Hämatoxylin, in der Zusammensetzung von Delafield leistete besonders bei jugendlichen Geweben gute Dienste.

Um die auf Längsschnitten gewonnenen Bilder mit denjenigen der Flächen- bezw. Tangentialansicht zu vergleichen, wurden, da Tangentialschnitte bei der Krümmung der zu bearbeitenden Objekte nur in sehr unvollkommenem Maasse erhalten werden konnten, ganze Hüllenschuppen in Kalilauge oder Eau de Javelle durchsichtig gemacht, und nach Neutralisation mit verdünnter Essigsäure in Glycerin bezw. Glyceringelatine beobachtet.

Zum Fixiren wurde der Chromsäure deshalb der Vorzug gegeben, weil bei der Zartheit der Haare bei Anwendung von Alkohol absol. ein Collaps hätte eintreten können, und dadurch das Bild Beeinträchtigungen hätte erleiden müssen. Andererseits konnte durch die Chromsäure etwa vorhandener „Gerbstoff" gefällt werden, eine Voraussetzung, die in einigen Fällen ja auch thatsächlich bestätigt wurde.

[1]) Es ist dies die von Mann (Tr. Edinb., Vol. XVIII, 1890—91, pag. 432) angegebene Methode der Paraffineinbettung, die ich meinen Bedürfnissen entsprechend in der angegebenen Weise verändert und teilweise vereinfacht habe.

[2]) Dieses Rezept, sowie das weiter unten mitgeteilte zur Darstellung der Alauncochenille verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Campbell.

Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Milchsafthaare.

Lactuca.

Aus der Gattung *Lactuca* wurden vier Arten untersucht: *L. virosa* L., *L. Scariola* L., *L. sativa* L. und *L. perennis* L.

Lactuca virosa L.

Die Blütenköpfchen von *L. virosa* werden von einem Involucrum umgeben, dessen 12—15 schuppenartige Blätter sich in $^5/_{13}$ bis $^8/_{21}$ Stellung befinden. Die drei bis fünf äussersten derselben haben ungefähr die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks und sind etwa $^2/_3$ so breit an der Basis als ihre grösste Länge beträgt; am basiscopen Teil sind sie etwas flügelförmig verbreitert. Von ihnen im basalen Teile gedeckt folgt nun ein mittlerer Kreis[1]) von ebensoviel Hüllblättchen, und dieser umschliesst einen dritten, an Zahl der zusammensetzenden Elemente dem vorigen gleich, der die Blüten unmittelbar umgiebt. Die Schuppen dieser beiden inneren Kreise sind äusserlich, d. h. ihrer Gestalt nach, nicht besonders von einander unterschieden. Beide bestehen aus einem gleichmässig ungefähr 2 mm breitem basalen Stück, welches in einer Höhe von ca. 8—12 mm plötzlich in eine ziemlich kurze Spitze ausläuft. Einen charakteristischen Unterschied nicht nur dieser beiden letzteren Gruppen, sondern aller drei bietet der Verlauf und die Verzweigung der Leitbündel. Sehr instruktive Bilder über den Verlauf derselben erhielt ich an Präparaten, welche nach 24stündigem Verweilen in Eau de Javelle und nachheriger gleich langer Behandlung mit 10—25% Essigsäure in Glycerin oder Glyceringelatine übertragen waren.

Betrachtet man eine Hüllschuppe aus der äussersten Reihe, so sieht man an ihrem Grunde ein kräftiges Blattspurbündel von der Insertionsfläche am Stengel median in dieselbe eintreten und sofort nach allen Richtungen Äste durch die ganze Ausdehnung der Spreite entsenden, welche reichlich mit einander anastomosieren und ein dichtes, engmaschiges Netz bilden. Anders gestaltet sich das Bild des Gefässbündelverlaufes in einer Schuppe des innersten Kreises. Hier sieht man an der Basis ein medianes und je 1—3 laterale Gefässbündel in dieselbe eintreten. Dieselben verlaufen aber ohne Verzweigungen zu entsenden in dem ganzen basalen, gleichmässig breiten Teile ziemlich parallel in der Richtung der Längsachse und anastomosiren erst in der Höhe, wo das Blatt sich zu verschmälern beginnt, um in die Spitze überzugehen.

[1]) Ich bemerke hier ausdrücklich, dass durch die vorstehenden Angaben nicht der Glaube erweckt werden soll, als ständen die Involucralschuppen in drei scharf von einander gesonderten Kreisen. Diese Einteilung ist von mir lediglich deshalb gewählt worden, um die Verteilung der Milchsafthaare und ihre Beziehung zum Gefässbündelverlauf sowie zu etwa vorhandenen, anderen Haarbildungen deutlich zu machen. Sachliches über diesen Punkt siehe S. 21 ff. und 27 ff.

Die Blättchen des mittleren Kreises stehen nun zwischen diesen beiden Extremen. In ihrem unteren Teil sind die Bündel auch vorwiegend längs gerichtet, jedoch mit mehr oder weniger Neigung, einzelne Zweige in die lateralen Teile zu entsenden. Eine reichliche Verzweigung unter Anastomosenbildung tritt ungefähr in halber Höhe ein. Am Scheitel tragen sämtliche Schuppen ein Büschel mehrzelliger und teilweise verzweigter Haare.

Die Gruppe der Cichoriaceen ist bekanntlich dadurch ausgezeichnet, dass sie ein ausgedehntes und reich verzweigtes System von Milchröhren besitzt, welche nach den Untersuchungen von Hanstein[1]) und Dippel[2]) den gegliederten zuzuzählen sind. Ihre Ausbildung ist in der vorliegenden Familie wohl die vollkommenste im ganzen Pflanzenreiche. „Sie bilden den Prototypus dieses ganzen organischen Systems, und was in anderen Familien vereinzelt vorkommt, ist hier zu einem Gesamtbilde vereinigt.“[3]) Die Milchröhren begleiten die Gefässbündel oder sind vielmehr ein Teil derselben und zwar gehören sie ihrer Stellung nach zum Phloëm. In den uns besonders interessierenden Involucralschuppen begleiten die Milchsaftgefässe auch vorwiegend die Gefässbündel in mehr oder minder grosser Anzahl nicht nur in den Hauptsträngen, sondern auch in die Auszweigungen höheren Grades. Von den letzten, nur noch aus einzelnen Gefässen bestehenden Ausläufern wenden sich jedoch die Milchgefässe ab und suchen sich selbständig ihren Weg durch das umgebende Parenchym. Diese letzteren sind es nun, welche sich zwischen den Maschen des Gefässbündelnetzes mehr oder weniger steil gegen die äussere Epidermis erheben, in der subspidermalen Schicht bisweilen ziemlich grosse Strecken weit verlaufen, um schliesslich die Epidermis in Gestalt von Milchsafthaaren zu durchsetzen.

Ehe wir jedoch zur Besprechung dieser Haare selbst übergehen, wird es angebracht erscheinen, einiges Nähere über die Anatomie der Hüllschuppen im allgemeinen und besonders der Epidermis hier einzuschalten.

Der Querschnitt der Involucralschuppen ist von mehr oder weniger deutlich kielförmiger Gestalt. Die Epidermis der Innenseite besteht aus kleinen, in der Längsrichtung der Schuppen stark gestreckten Zellen, deren Aussenwand ziemlich stark verdickt und von einer deutlichen Cuticula überzogen ist; bisweilen wird sie von kleinen Spaltöffnungen durchbrochen. An dieselbe schliesst sich nach innen grosszelliges, von Intercellularen durchsetztes Parenchym an, welches den Hauptkörper der Hüllschuppen bildet. Seine Zellen führen durchweg Chlorophyll. Bisweilen ist es als typisches Schwammparenchym entwickelt, besonders in Blättern von solchen Köpfchen, welche Samen angesetzt haben. Palissadenparenchym scheint nicht vorzukommen, so dass diese Involucralgebilde ihrem anatomischen Charakter nach in der Mitte zwischen Laub- und Blumenblättern stehen würden.

Die Epidermis der Aussen- oder morphologischen Unterseite beansprucht unser besonderes Interesse. Sie ist nicht bei allen Schuppenblättern desselben Köpfchens gleichmässig entwickelt, sondern bei den einzelnen, den drei oben unterschiedenen Kreisen angehörenden Blättchen verschieden ausgebildet. Die Abweichungen in der Struktur sind dadurch bedingt, dass diejenigen Teile einer Involucralschuppe, welche von einer anderen gedeckt werden, anders gestaltete Zellen aufweisen als die, welche einen solchen Schutz nicht besitzen.

[1]) Hanstein, J.: Die Milchsaftgefässe und die verwandten Organe der Rinde, Berlin 1864.

[2]) Dippel, L.: Entstehung der Milchsaftgefässe und deren Stellung im Gefässbündelsystem der milchenden Gewächse. Verhandelingen van het batafsch Genootschap te Rotterdam, Rotterdam 1865.

[3]) Hanstein, l. c., pag. 68.

Die Epidermis der äussersten, völlig ungedeckten Schuppen besteht aus im Grundrisse unregelmässig polygonalen Zellen, deren Aussenwand stark verdickt ist und sich in schwacher Convexität nach aussen erhebt. Die Cuticula ist als kräftiges, auf dem Querschnitte weiss aufleuchtendes Häutchen entwickelt. Die anticlinen Wände zeigen leichte Wellung und sind relativ zart, nur hier und da mit leistenförmigen Vorsprüngen versehen, welche auf der Oberflächenansicht als knotenartige Verdickungen erscheinen und zu einem zierlichen, an einzelne Selaginellen erinnernden Strukturbild Anlass geben.

Zwischen diesen gewöhnlichen Epidermiszellen treten nun einzelne oder in Gruppen von zwei und mehr zusammenstehende, die übrigen an Grösse weit überragende Zellen auf, welche sich stark kegelförmig bis zum Doppelten ihres Querdurchmessers erheben. Sie sind von stark verdickten Wänden umgeben und laufen in eine knopfartige Spitze aus. Bei unserer Pflanze sind sie oft in halber Höhe durch eine Querwand geteilt. Sie finden sich mit Vorliebe über den stärkeren Gefässbündelästen in Gruppen und einzeln über die ganze Fläche zerstreut.

Durch diese auffälligen, geradezu charakteristischen, kegelförmigen Papillen wird die gesamte Oberfläche der Hüllblätter in einzelne, unregelmässig gestaltete Felder geteilt, wie ein Plateau, auf welchem sich hier und da zerstreut die höchsten Gipfel erheben.

Diese Beschaffenheit der Epidermis zeigen alle diejenigen Teile der Hüllschuppen, welche nicht durch eine andere gedeckt sind. Soweit letzteres der Fall ist, sind die Zellen der Epidermis in der Längsrichtung stark gestreckt und ziemlich schmal. Die Wellung der Radialwände ist noch vorhanden, es fehlen jedoch die leistenförmigen Vorsprünge an denselben. Ausserdem finden sich hier niemals die für die ungeschützten Teile so charakteristischen, kegelförmigen Papillen und die Milchsafthaare.

Dieselben kommen nur auf den äusseren Hüllschuppen und den ungedeckten Teilen der inneren vor. In den Feldern nämlich, welche durch die grossen, kegelartigen Papillen gebildet werden, findet man Spaltöffnungen, oft mehrere bei einander, und ausserdem sieht man, wie die letzten Auszweigungen der Milchsaftgefässe, welche sich von den Gefässbündelendigungen, die nunmehr nur noch aus einzelnen Spiralgefässen bestehen, getrennt haben, durch das Parenchym des Mesophylls mehr oder weniger steil sich gegen die Epidermis erheben, oft streckenweise in der subepidermalen Schicht verlaufen und schliesslich die Oberhaut in Gestalt der Milchsafthaare durchsetzen.

An der Zusammensetzung eines jeden Milchsafthaares sind im allgemeinen drei Zellen beteiligt, welche sich von den übrigen Epidermiszellen in charakteristischer Weise unterscheiden. Sie besitzen alle eine sehr zarte Membran und heben sich schon dadurch sehr deutlich von den angrenzenden, starkwandigen Epidermiszellen ab. Die eigentliche Haarzelle hat nur einen geringen tangentialen Durchmesser, die beiden anderen sind in dieser Beziehung nur unbedeutend von den umgebenden Epidermiszellen verschieden, im Querschnitt aber etwas schmäler als diese. An der Stelle, wo sie sich an das Haar anlegen, erheben sie sich etwas über das Niveau der übrigen und bilden für ersteres ein einseitiges Postament, so dass wir sie der Kürze halber als „Postamentzellen“ bezeichnen wollen.

Das Haar selbst ist in allen seinen Teilen sehr zartwandig und besitzt ein relativ enges Lumen, dessen Durchmesser im ganzen überall gleich ist. Es läuft in eine rundliche oder scharfe Spitze aus. Von dieser bis unterhalb der Mitte besteht seine Membran nur aus cuticularisirter Substanz und erst im basalen Teil zeigt sich bei Anwendung von Chlorzinkjodlösung eine deutlich blau gefärbte, innere Schicht, die also aus Cellulose besteht. Unverletzte Haare besitzen einen grossen, mit deutlichem Nucleolus versehenen Zellkern von kreisrunder oder auch ellipsoïdischer Gestalt; ebenso die Postamentzellen. Das Haar ist von ziemlich regelmässiger, fast cylindrischer Gestalt, nach der Spitze zu um ein Geringes schmäler als an der Basis. Seine Länge ist relativ gering, sie beträgt bis 10 μ; seine

Breite gar nur 6—8 μ. Auf der Aussenseite der Wandungen der Haare und der angrenzenden Epidermiszellen findet sich ein körniger Überzug, der in absolutem Alkohol nicht löslich, dagegen nach Behandlung mit Chloroform verschwunden ist. Er scheint also aus Wachs zu bestehen, was auch mit seiner Unbenetzbarkeit durch Wasser übereinstimmen würde.

Ein klarer Einblick in die Lagerungsverhältnisse der drei den Haarapparat bildenden Zellen zu einander ist am besten auf Tangentialschnitten zu erhalten. Man sieht da eine verhältnismässig sehr enge Zelle, welche mit einer Ecke gegen die beiden Nachbarzellen einspringt, so dass das Ganze so erscheint, als ob man ein Stück Eisen z. B. mit einer Flachzange gefasst hat, wobei das Eisenstück die Haarzelle und die Backen der Zange die Postamentzellen darstellen sollen. Im allgemeinen ist die Anordnung mit Rücksicht auf die angrenzenden Epidermiszellen gewöhnlich so, dass das Ganze, das Haar mit seinen Postamentzellen, im grossen und ganzen parallel der Längsachse der betreffenden Schuppe orientiert ist und zwar derart, dass die grösste Ausdehnung der Postamentzellen mit der Längsrichtung der Schuppen ungefähr zusammenfällt. Dieser Umstand ist nicht so nebensächlich, wie es im ersten Augenblick den Anschein haben mag, da die richtige Auffassung der infolge der Kleinheit der Zellelemente, sowie durch die Undurchsichtigkeit des Inhaltes oft sehr undeutlichen und äusserst schwierig zu deutenden Bilder wesentlich durch Kenntnis und Berücksichtigung dieser Verhältnisse erleichtert wird. Es ist ohne weiteres klar, dass infolgedessen auf einem Längsschnitt ausser der Haarzelle gewöhnlich nur eine Postamentzelle getroffen sein wird; und in der That findet man bei Herstellung von Schnittserien, wie sie bei diesen Untersuchungen ausschliesslich zur Verwendung kamen, an der entsprechenden Stelle des vorhergehenden oder folgenden Schnittes immer die zweite Postamentzelle vor. Auf Querschnitten dagegen kann es so scheinen, als ob die eigentliche Haarzelle auf den beiden Postamentzellen aufsitze und durch eine tangentiale Wand von denselben abgeschnitten sei, was jedoch dem wahren Sachverhalt nicht entspricht.

Nachdem so die Eigenartigkeit der den Haarapparat aufbauenden Zellen, sowie deren gegenseitige Lagerung klargelegt ist, handelt es sich darum, festzustellen, in welcher Beziehung diese dem epidermalen Gewebesystem offenbar angehörenden Elemente zu den Milchsaftgefässen stehen. Dem Charakter der gegliederten Milchröhren entsprechend ist a priori anzunehmen, dass der Haarapparat, wenn er als solcher sich aus Epidermiselementen gebildet haben sollte, durch sekundäre Resorption der Wände mit dem aus dem Mesophyll kommenden Milchsaftgefäss in Verbindung tritt. In diesem Falle kann dieselbe nach zwei Weisen vor sich gehen. Entweder wird nur eine Kommunikation zwischen der eigentlichen Haarzelle allein und dem Milchsaftgefäss geschaffen, oder es werden auch die Postamentzellen in Mitleidenschaft gezogen. Und in der That kommen diese beiden Fälle vor und zwar in annähernd gleicher Häufigkeit.

Bisweilen findet man, dass nur die tangentiale Wand der Haarzelle eine mehr oder weniger grosse kreisförmige Durchbohrung zeigt, welche bis zur vollständigen Resorption derselben führen kann. Die Postamentzellen sind vollständig erhalten, ihr Kern ist deutlich und von Plasma eingehüllt; der Zellsaft ist aber im Gegensatz zu dem der übrigen Epidermiszellen nicht hyalin, sondern zu typischem Milchsaft umgebildet, der sich in den Mikrotomschnitten als trübes, braunes Gerinnsel zeigt und von dem Inhalt der Milchsaftgefässe durchaus nicht unterschieden ist In diesem Falle bildet das Haar an sich die direkte Fortsetzung oder den Abschluss des betreffenden Milchröhrenzweiges.

In gewisser Beziehung zu dem zweiten Stadium der Ausbildung steht der nicht gerade sehr häufig beobachtete Fall, dass die tangentiale Wand nicht nur der Haarzelle sondern auch der Postamentzellen resorbiert wird, so dass nur die anticlinen Wände übrig bleiben.

Weit öfter als diese, eine Art von Mittelstellung einnehmende Ausbildungsweise findet man, dass nicht eine direkte Kommunikation der Milchröhre mit der Haarzelle statt hat, sondern dass durch Vermittlung der Postamentzellen die Verbindung hergestellt wird. Dies geschieht gewöhnlich in der Weise, dass die Tangentialwand einer oder beider Postamentzellen eine Perforation besitzt, durch welche sie mit dem Milchsaftgefäss in Verbindung stehen, und dass andererseits die anticline Wand, durch welche das Haar von ihnen getrennt ist, ein mehr oder weniger grosses Loch aufweist, durch welches die Haarzelle mit dem Endglied des Milchröhrensystems d. h. in unserem Falle mit den Postamentzellen kommunizirt.

Die Betrachtung des fertigen, vollkommen ausgebildeten Zustandes der Milchsafthaare unserer Pflanze zeigt also, dass in der That ein in seinen Hauptsträngen dem Phloëm angehörendes System sich in seinen letzten Auszweigungen in Gestalt von Haarbildungen über die Epidermis erhebt und infolgedessen aus dem Verbande seines ursprünglichen Gewebesystems, d. h. des Leitbündels ausscheidet und in ein anderes Gewebesystem übertritt, in das Hautgewebe. Weiter geht daraus hervor, dass die Postamentzellen einen integrirenden Teil nicht nur des Haarapparates sondern des ganzen Milchgefässsystems bilden. Dafür liefert die Entwicklungsgeschichte Belege.

Wie alle Bildungen, welche dem epidermalen Gewebesystem angehören, in einer relativ sehr frühen Entwicklungsepoche angelegt werden, findet man auch die Anfänge der Milchsafthaare sehr zeitig angedeutet. Die jüngsten Stadien findet man bereits zu einer Zeit, wo fast der gesamte Blütenstand noch von den jüngsten Laubblättern eingehüllt ist, und die Hauptverzweigungen erst in Gestalt einer dicht gedrängten Knospenmasse aufeinandersitzend vorhanden sind. Die Streckung der Internodien hat noch nicht begonnen. Da die Entwicklung des Blütenstandes ebenso wie das Erschliessen der Köpfchen in acropetaler Folge vor sich geht, so muss ein Längsschnitt durch eine Knospenanlage Blattanfänge verschiedenen Alters zu gleicher Zeit aufweisen. Und zwar sind die Knospenanlagen um so jünger, je weiter sie vom Scheitel der betreffenden Hauptachse entfernt sind. Dieser Umstand ist für die Beobachtung nach verschiedenen Richtungen hin von Vorteil. Denn es ist infolgedessen nicht selten, dass sich auf einem und demselben Schnitt Entwicklungszustände verschiedenen Alters sowohl der Milchsafthaare als der inneren Milchsaftgefässe vorfinden; ausserdem wird dadurch eine Beobachtung der Wachstums- bezüglich Streckungsverhältnisse der Epidermiszellen und der die Milchsaftgefässe aufbauenden Parenchymelemente ermöglicht, welche in mehr als einem Punkte interessant ist.

Die Epidermis der jüngsten Blättchen wird aus in tangentialer Richtung sehr kleinen, fast quadratischen Zellen gebildet, deren Höhe ungefähr das doppelte ihrer Breite beträgt. Sie sind noch sehr zartwandig und mit ziemlich dichtem Plasma erfüllt, in welchem ein relativ grosser Zellkern liegt. Zwischen diesen tritt nun hier und da eine Gruppe von drei Zellen auf, welche noch etwas kleiner sind als die sie umgebenden, so dass sie bei mässiger Vergrösserung sich von den übrigen als dunklerer Fleck abheben. Ihre gegenseitige Lage ist derartig, dass zwei von ihnen sich ungefähr in einer Ebene befinden, während die dritte entweder über oder unter ihnen liegt. Am besten lässt sich dies aus der Stellung der Zellkerne erkennen, von denen bei einer bestimmten Einstellungsebene nur zwei sichtbar sind, während der dritte erst in einem höheren oder tieferen Niveau erscheint. Es zeigt sich also, dass die gegenseitige Lage der den Haarapparat aufbauenden Zellen von vornherein ein Hauptcharakteristikum desselben ist. Dieser Zellkomplex ist weiter dadurch ausgezeichnet, dass sich seine äussere Membran schwach konvex über die benachbarten hervorwölbt. Der Zellinhalt ist dichter als der der übrigen Epidermiszellen, und der Kern füllt fast die ganze Breite des Lumens aus. Das Plasma ist ganz homogen und nicht von Flüssigkeitsvakuolen durchsetzt.

Dies ist der jüngste Zustand, von dem sich mit Sicherheit sagen lässt, dass er zur Bildung eines Milchsafthaares führen wird.

Viel schwieriger als Bilder von Schnitten senkrecht zur Oberfläche sind einwandsfreie Tangentialansichten zu gewinnen und zu deuten. Es liegt hier nämlich die Gefahr nahe, die primären Teilungen, welche zur Bildung der Spaltöffnung führen, mit denen der Milchsafthaare zu verwechseln, da sich kein durchgreifender Unterschied in dieser Hinsicht zwischen den beiden Anlagen feststellen lässt. Überhaupt ist das einzige Kriterium dafür, ob die fraglichen drei Zellen wirklich als Ausgangspunkt für die Bildung eines Milchsafthaares anzusehen sind oder nicht, durch ihre gegenseitige Lage gegeben, deren Merkmale bereits angeführt sind. Sie selbst sind wiederum die Teilungsprodukte einer einzigen epidermalen Mutterzelle. In derselben tritt zuerst eine anticline, halbcylinderförmige, konvex gegen das Lumen einspringende Wand auf, welche ungefähr den dritten Teil von der primären Mutterzelle abschneidet. Diese erste Tochterzelle pflegt im allgemeinen sich zu dem eigentlichen Haar auszustülpen, so dass man sie als die Spezial-Mutterzelle desselben bezeichnen könnte. Nun teilt sich die grössere, etwa $^2/_3$ der primären Mutterzelle umfassende Tochterzelle durch eine zweite anticline Wand, welche auf der ersten senkrecht steht. Die hierdurch entstandenen zwei Zellen bilden sich dann zu den Postamentzellen des Haares um. Man kann also sagen, dass die Zellen des Haarapparates die Teilungsprodukte einer einzigen, jungen Epidermiszelle sind, in der die Wände nach einem ihnen eigentümlichen Gesetze aufeinander folgen. Für die Beurteilung des ganzen Apparates ist dieser Umstand insofern von Bedeutung, als daraus mit absoluter Sicherheit hervorgeht, dass die Milchsafthaare wirkliche Trichomgebilde sind, die dem epidermalen Gewebesystem zuzurechnen sind und erst später mit dem Milchsaftgefässsystem in Verbindung treten. Sie sind somit den Spaltöffnungen in ihren zweifachen Beziehungen zur Epidermis und dem Durchlüftungssystem vergleichbar. Anscheinend ist jede Epidermiszelle innerhalb einer gewissen Entwicklungsperiode befähigt, sich in der angeführten Weise zu teilen; es lässt sich aber nicht sagen, diese oder jene werde zu einem gewissen Zeitpunkt sich dazu anschicken.

Das zweite Kriterium dafür, dass die drei charakteristisch gelagerten Zellen mit dem Milchsaftgefässsystem in Verbindung treten, liefern die Veränderungen, welche sehr bald in dem unmittelbar darunterliegenden Parenchym vor sich gehen. Schmalhausen[1]) macht in seinen Untersuchungen über die Milchröhren besonders darauf aufmerksam, dass der Charakter eines Gewebes durchaus nicht zuerst in der Wandstruktur sich zu zeigen brauche, sondern dass unter Umständen die Beschaffenheit des Zellinhaltes ein viel sichereres und deutlicheres Erkennungszeichen in den ersten Entwicklungsstadien sein könne.

Unter den Parenchymzellen finden sich nun solche in Reihen angeordnete, welche sich durch ihren trüben Inhalt von den benachbarten unterscheiden. Dieselben ziehen, von der Innenseite der Haaranlage beginnend, in mannigfacher Richtung durch das Mesophyll als erste Anlage der in Bildung begriffenen Milchröhren. Im weiteren Verlauf der Entwicklung nimmt der Inhalt dieser Zellen an Opacität zu, und es treten nun auch bald die bekannten, für die Milchröhren charakteristischen Resorptionen der Wände ein. Im Beginn derselben sind die einzelnen Zellen mit ihrem Kern und Plasmakörper noch deutlich unterscheidbar. Der Kern ist gewöhnlich von linsenförmiger Gestalt und besitzt einen deutlichen Nucleolus. Mit der Zeit fangen einige Kerne an sich zu strecken; sie nehmen

[1]) Schmalhausen: Beiträge zur Kenntnis der Milchsaftbehälter der Pflanzen, Mém. de l'acad. d. sc. de St. Pétersbourg, VII. sér. t. 26, No. 2.

ellipsoidische bis spindelförmige Gestalt an und zeigen oft die seltsamsten Formveränderungen. Auf diese Erscheinungen hat bereits E. Schmidt[1]) hingewiesen und auch darauf aufmerksam gemacht, dass in den alten Milchröhren die Zahl der Kerne eine relativ geringe sei, jedenfalls geringer, als sich nach der Zahl der benachbarten Zellen erwarten lässt. Er vermutet, dass diese Verminderung der Kerne durch allmähliches Auflösen derselben herbeigeführt werde, ohne jedoch thatsächliche Belege dafür beibringen zu können. Es ist mir nun im Verlauf dieser Untersuchungen öfter geglückt, Kerne zu beobachten, welche dieser Vermutung durchaus entsprechen. Dieselben waren von Löchern und Kanälen durchsetzt, welche lebhaft an die Corrosionserscheinungen der Stärkekörner bei der Keimung erinnerten. Oftmals war der ursprüngliche Kern in zwei oder mehrere Stücke zerfallen, die noch in unmittelbarer Nähe bei einander lagen, so dass kein Zweifel darüber bestehen konnte, dass sie ursprünglich zusammengehangen hatten.

Während der Differenzirung der Milchsaftgefässe sind nun verschiedene Veränderungen in den Blättchen und in der ganzen Knospenanlage vor sich gegangen. Die Zellen der Epidermis und des Parenchyms haben sich um das Doppelte oder Mehrfache ihrer ursprünglichen Länge gestreckt, und auch in der Anlage der Milchsafthaare hat Wachstum stattgefunden. Alle drei Zellen haben sich mehr über die Aussenwand erhoben; die Postamentzellen haben an der Längsstreckung der Epidermiszellen teilgenommen. Das Haar selbst hat sich nach aussen über den Scheitel der Postamentzellen erhoben und bildet dort eine kleine, blasenförmige Auftreibung.

In diesem Zustand scheint die Anlage eine Zeitlang zu verharren, bis sich die Internodien zu strecken beginnen; nur die Postamentzellen wachsen noch etwas, bis sie ihre volle Grösse erreicht haben. Sobald das Längenwachstum der Internodien beginnt, wodurch das Blütenköpfchen aus der Achsel seines bisherigen Hochblattes herausrückt, scheint das Haar sich ziemlich schnell zu seiner vollen Länge hervorzustülpen und in ziemlich kurzer Zeit funktionsfähig zu werden. Während aller dieser Vorgänge sind die periclinen, inneren Wände der Haaranlage noch völlig intakt geblieben. Die Verbindung mit dem subepidermalen Milchsaftgefäss tritt nun, wie es scheint, in ziemlich kurzer Zeit in der früher bereits geschilderten Weise ein. Der Inhalt der Postamentzellen hat allmählich ein trübes Ansehen bekommen; es hat sich im Laufe der Zeit typischer Milchsaft in ihnen gebildet. Dies bestätigt auch die Oberflächenansicht von in Eau de Javelle durchsichtig gemachten Präparaten; hier stellen sich die Postamentzellen mit körnigem Gerinnsel erfüllt dar und unterscheiden sich auch hierdurch von den Nachbarzellen.

Nach diesen Betrachtungen könnte man nun geneigt sein, anzunehmen, dass auf jedem Hüllblättchen nur eine beschränkte, von vornherein bestimmte Anzahl von Milchsafthaaren, die in sehr früher Jugend angelegt worden sind, zur Entwicklung kommen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Ein bedeutender Teil der Längenzunahme der Schuppen wird zwar durch die Streckung des ursprünglich kleinzelligen Gewebes erreicht, man findet aber bis zu einer ziemlich späten Zeit an den Hüllblättern eine basale Wachstumszone, durch deren Thätigkeit sie sich vergrössern. Dieselbe liefert natürlich, wenigstens für die äusseren Hüllschuppen, auch die primären Mutterzellen für weitere Haaranlagen, aus denen sich dann in der bezeichneten Weise der Haarapparat heranbildet. Ausserdem scheinen aber alle Epidermiszellen bis zu einem gewissen, nicht näher zu ermittelnden Zeitpunkt die Fähigkeit zu besitzen, in der beschriebenen Weise sich durch Teilung in Milchsafthaare umzubilden. So kann es kommen, dass die drei Zellen des Haarapparates schon im Jugendstadium von bereits ziemlich ausgebildeten Epidermiszellen umgeben sind.

[1]) Schmidt, E., Über den Plasmakörper der gegliederten Milchröhren. Bot. Zeit. 1882.

Aus der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung ergiebt sich also, dass die Milchsafthaare als wirkliche Trichome anzusehen sind, da sie aus einer Epidermiszelle hervorgehen; andererseits, dass sie samt den Postamentzellen einen integrirenden Teil des Milchsaftgefässsystems bilden und als dessen letzte Ausläufer oder Endigungen zu betrachten sind.

Lactuca Scariola L.

In Bezug auf Zahl, Verteilung und anatomischen Charakter der Involucralschuppen dieser Pflanze kann ich die Beobachtungen von Kny[1]) durchaus bestätigen und verweise hinsichtlich dieser Punkte auf das in der Einleitung Mitgeteilte.

Was jedoch die Anatomie der Milchsafthaare anbetrifft, so bin ich zu abweichenden Resultaten gelangt. Kny giebt an, dass der Haarapparat aus vier Zellen zusammengesetzt sei, drei Postamentzellen und der eigentlichen Haarzelle, welche sich in Gestalt eines engen Kanales durch die ersteren fortsetzt und mit dem subepidermalen Milchsaftgefäss in Verbindung tritt.

Nach meinen Beobachtungen ist der Haarapparat auch hier nur aus drei Zellen zusammengesetzt, der eigentlichen Haarzelle und zwei sie jederseits halb umfassenden Postamentzellen, welche über das Niveau der angrenzenden Epidermiszellen hervorragen.[2]) Sie sind ebenso wie bei *L. virosa* sehr zartwandig und stark cuticularisirt. Die Länge des Haares selbst beträgt ungefähr 22—29 μ, sein Durchmesser etwa 4—6 μ; es ist also wesentlich kürzer, als dies bei *L. virosa* der Fall ist. Seine Gestalt ist im oberen Teile die eines kurzen, stumpfen Cylinders; an der Basis besitzt es oft eine schwache, bauchige Erweiterung. Im vollkommen ausgebildeten Zustand ist eine offene Verbindung zwischen dem Haarapparat und der in der subepidermalen Schicht verlaufenden Milchröhre in gleicher Weise wie bei *L. virosa* hergestellt, indem entweder die tangentiale Wand der Haarzelle selbst, oder die der Postamentzellen mehr oder weniger vollkommen resorbirt ist; in letzterem Fall erstreckt sich die Perforation auch auf die radiale Scheidewand der Haarzelle und der Postamentzellen. Es zeigt sich also auch hier wie bei *Lactuca virosa*, dass die drei das Milchsafthaar bildenden Zellen sich den Milchsaftgefässen angeschlossen und aufgehört haben, selbständige Individuen zu sein, dass sie also auch keinen eigenen Turgor mehr besitzen können.

Dass der Kanal am Grunde des Milchsafthaares nicht von drei Postamentzellen, sondern nur von zweien umschlossen ist, wird am besten auf Oberflächenbildern deutlich oder noch besser auf Tangentialschnitten. Betrachtet man die Figuren 8 a und b der Tafel I, welche zwei unmittelbar auf einander folgenden Schnitten einer Serie entnommen sind, so zeigt die erstere das Bild des Haarapparates im Niveau der Epidermiszellen. Die drei Zellen stossen in einem Punkt, in Wirklichkeit in der Radialwand, scharf zusammen, und dies würde schon genügen, um die Möglichkeit, dass hier ein Kanal vorhanden gewesen sein könnte, in Frage zu stellen. Noch bestimmter geht dies aber aus dem darauffolgenden Schnitt hervor, welcher nur den über das Niveau der übrigen Epidermiszellen

[1]) l. c.

[2]) Herr Prof. Kny, welchem die wichtigsten der meiner Arbeit zu Grunde liegenden Präparate vorgelegen haben, erklärt sich mit obiger Deutung einverstanden. In dem von ihm auf S. 195 der Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforschender Freunde vom 1. Juli 1893 dargestellten Präparate entspricht die untere schmale Fortsetzung des Haares dem Kantenteile der zum Haare ausgewachsenen Epidermiszelle.

hervorragenden Teil getroffen hat. Auch hier stossen die drei Zellen, welche erheblich schmäler geworden sind, in einem Punkte zusammen.

In Bezug auf die Entwicklungsgeschichte stimmt *L. Scariola* mit *L. virosa* vollkommen überein, und ich verweise, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die oben angeführten Thatsachen.

Lactuca sativa L.

Obgleich *L. sativa* mit *L. Scariola* so nahe verwandt ist, dass sie heutzutage von den Systematikern meist als Kulturform der letzteren betrachtet wird, schien es aus Gründen der Darstellung ratsamer zu sein, im vorliegenden Falle beide getrennt zu behandeln.

Die Hüllschuppen der Blütenköpfchen sind ungefähr nach der $^2/_{13}$-Stellung angeordnet und lassen sich nach ihren anatomischen Charakteren in gleicher Weise, wie dies bei *L. virosa* geschehen, in drei Gruppen oder Kreise einteilen. Der Gestalt nach gleichen sie denen der oben beschriebenen Arten.

Die Milchsafthaare zeigen dieselben Merkmale wie die von *L. virosa;* die eigentliche Haarzelle wird von zwei Postamentzellen nach zwei Seiten umschlossen. Mit dem subepidermalen Milchsaftgefässsystem ist diese Zellgruppe in der oben beschriebenen Weise verbunden. Der Gestalt nach nähert sich die Haarzelle am meisten derjenigen von *L. Scariola;* ihre Länge beträgt 22—29 μ, ihre Breite 6—8 μ; im fertigen Zustand ist also nichts bemerkenswert Verschiedenes von den schon beschriebenen Arten zu verzeichnen. Auch in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht stimmen die beobachteten Thatsachen im wesentlichen mit den früheren überein. Es ist jedoch bemerkenswert, dass die die drei Zellen der Haaranlage umgebenden Epidermiszellen in ihrem Tangentialdurchmesser bis zur Hälfte schmäler sind als die übrigen. Dadurch wird diejenige Stelle, wo sich ein solches Haar zu bilden im Begriff ist, in gewisser Weise aus dem Relief der angrenzenden Zellen herausgehoben und ist besonders an gefärbten Präparaten mit grosser Deutlichkeit zu erkennen. Dazu kommt noch der auch anderweitig mitgeteilte und beobachtete Charakter, dass die Zellen der Haaranlage sämtlich dichteren Plasmainhalt haben als die übrigen. Die Haarzelle selbst ist bei *L. sativa* in relativ frühem Stadium durch ihre Grösse ausgezeichnet. Sie ist in tangentialer Richtung etwas breiter, als sonst bei gleicher Entwicklungsstufe an anderen Arten beobachtet wurde. Auch hebt sie sich etwas kräftiger über das Niveau der beiden Postamentzellen nach aussen hervor, so dass sich hier frühzeitiger als gewöhnlich erkennen lässt, welche von den drei Zellen sich zu dem eigentlichen Haar ausbilden wird.

Bereits bei *L. virosa* wurde darauf hingewiesen, dass die Zahl der Milchsafthaare nicht für ein jedes Hüllblättchen von vorn herein als bestimmt anzunehmen sei, sondern dass neben den primären Anlagen neue in der basalen Wachstumszone der Schuppen ausgebildet werden; andererseits, dass die Epidermiszellen, welche nicht schon anderweitig durch ihre Form kenntlich sind, wie z. B. die kegelförmigen Papillen, und eine andere Funktion ausüben, bis zu einem gewissen Grade befähigt bleiben, durch Teilung neue Milchsafthaare zu bilden. Bei *L. sativa* scheint mir nun noch eine dritte Möglichkeit der Neubildung vorzukommen, welche insofern vielleicht Beachtung verdient, als sich verschiedene Zellen an der Bildung des Haarapparates beteiligen können, während, wie oben gezeigt, im allgemeinen die drei Zellen der Milchsafthaare das Teilungsprodukt einer einzigen primären Mutterzelle bilden. Die Zellen h und p (Fig. 10, Taf. I.) kann man sich sehr wohl durch nachträgliches Auftreten der Wand i aus einer Zelle entstanden denken. Die Zelle p' dagegen, welche durch eine konvexe, in das Lumen der Nachbarzelle vorspringende Wand begrenzt wird, kann un-

möglich aus einer primären Mutterzelle mit den beiden andern zusammen entstanden sein. Die konvexe Wand hat offenbar aus einer von den beiden andern unabhängigen Zelle die zweite Postamentzelle herausgeschnitten. Im vorliegenden Falle wäre es nun noch denkbar, dass die grosse Zelle p' und c zusammen ursprünglich das der zweiten Postamentzelle aequivalente Stück der primären Mutterzelle gewesen, und nur der zu grossen Ausdehnung halber eine sekundäre Teilung eingetreten sei. Gegen diese Auffassung lässt sich nichts einwenden; eine Reihe weiterer Beobachtungen dieser Art scheinen jedoch für die Entstehung neuer Milchsafthaare unter Beteiligung mehrerer Epidermiszellen zu sprechen. Jedenfalls ist dies nur sehr schwierig kontrollirbar und nicht von prinzipieller Bedeutung. Viel wichtiger ist der Umstand, dass sekundäre Neubildung von Milchsafthaaren überhaupt stattfindet, und dass die Epidermiszellen innerhalb gewisser Grenzen befähigt sind, sich in solche umzuwandeln.

Lactuca perennis L.

Die Blütenköpfchen dieser Pflanze unterscheiden sich von den vorher beschriebenen Arten schon äusserlich durch ihre Grösse: sie sind bedeutend länger. Auch die einzelnen Involucralschuppen weisen sowohl in Bezug auf ihre Gestalt als auch in anatomischer Hinsicht einige Verschiedenheiten auf. Die etwa vierzehn Hüllschuppen sind nach der $^5/_{13}$ Stellung angeordnet. Die äussersten, am basalen Teil der Köpfchen befindlichen sind von dreieckiger Gestalt und sehr viel kürzer als die inneren. Nach dem Gefässbündelverlauf lassen sich auch hier drei Gruppen unterscheiden wie bei *L. virosa*, nur dass die Zahl der Blattspurbündel auch für die äussersten Hüllblätter drei beträgt, während bei jener dieselbe auf ein medianes beschränkt ist.

Die Epidermis, welche in morphologischer Hinsicht keine Besonderheiten bietet, ist dadurch ausgezeichnet, dass sich in ihren Zellen Gerbstoffvakuolen von relativ bedeutender Grösse finden, welche bei den früheren Arten nicht gesehen wurden. Durch die Einwirkung der Chromsäure erscheinen sie als dunkelbraune Kugeln, die sofort in die Augen fallen.

Diese Gerbstoffvakuolen finden sich nun auch in den Zellen der Milchsafthaare, weniger deutlich in den Postamentzellen, in welchen sie wegen des dunkelen, aus geronnenem Milchsaft bestehenden Inhaltes nicht gut zu erkennen sind. Die eigentliche Haarzelle ist oft ganz und gar von ihnen erfüllt, ein Umstand, der für die physiologisch-biologische Beurteilung von Wert und Bedeutung zu sein scheint. Im übrigen ist in Bezug auf die Gestalt der Haare nur zu bemerken, dass sie im ganzen denen von *L. Scariola* gleichen, eine Länge von etwa 22—30 μ und eine Breite von 4—6 μ besitzen. In allen übrigen Punkten, seien es solche morphologischer oder entwicklungsgeschichtlicher Art, stimmen sie mit denen von *L. virosa* überein.

Mulgedium.

Aus der Gattung *Mulgedium* kamen vier Arten zur Untersuchung: *M. macrophyllum D.C.*, *M. Plumieri D.C.*, *M. tataricum (L) D.C.* und *M. prenanthöides*. Ihrem ganzen Habitus nach sind diese vier Vertreter der Gattung so verschieden, dass wir sie in zwei Gruppen sondern wollen: Die grossen, kräftigen beiden ersteren, *M. macrophyllum* und *M. Plumieri* und die viel kleineren, in gewisser Hinsicht an *L. perennis* oder *Prenanthes purpurea* erinnernden *M. tataricum* und *M. prenanthöides*, um sie in dieser Art vereint zu betrachten.

Die Involucralschuppen der grossen Blütenköpfchen von *M. macrophyllum* und *M. Plumieri* sind ungefähr nach $^{8}/_{21}$ angeordnet und lassen sich hinsichtlich des Gefässbündelverlaufes, wie die *Lactuca*-Arten, in drei Kreise scheiden. Auch in den übrigen anatomischen Charakteren stimmen sie mit den *Lactuca*-Arten ziemlich überein.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus stark verdickten, englumigen, in der Längsrichtung stark gestreckten Zellen, die von einer verhältnismässig kräftigen Cuticula bedeckt sind. Der Hauptkörper der Schuppen wird vom Mesophyll eingenommen, welches aus lacunösem, Chlorophyll führendem Parenchym besteht, in welchem die Gefässbündel verlaufen. Die Epidermis der Aussenseite besteht aus unregelmässig polygonalen Zellen, welche an denjenigen Stellen der Hüllschuppen, die nicht durch eine andere gedeckt sind, in der Mitte der Aussenwand zu kleinen spitz-kegelförmigen Papillen ausgestülpt sind. Diese letzteren fehlen an allen denjenigen Stellen, wo die Hüllschuppen durch eine andere überlagert werden. Hier sind auch die Epidermiszellen etwas mehr längsgestreckt. Die Cuticula ist deutlich entwickelt und zeigt eine sehr zarte, zierliche Rippung, welche von dem Scheitel der papillenartigen Vorsprünge in radialer Richtung über die einzelnen Zellen verläuft.

Mulgedium macrophyllum ist noch dadurch ausgezeichnet, dass es über und über mit vielzelligen Drüsenhaaren besetzt ist, die langgestielt und mit einem ziemlich grossen Köpfchen versehen sind. Auf den Involucralschuppen bevorzugen diese Gebilde die Mittelrippe und die unmittelbar angrenzenden Teile der Spreite. Vorwiegend auf den lateralen Partieen finden sich bei beiden Arten die Milchsafthaare. Sie erinnern in ihrem morphologischen Aufbau an diejenigen von *Lactuca virosa*, sowohl was die Gestalt des Haares an sich, als auch die Zahl der sie zusammensetzenden Elemente anlangt. Es sind wieder zwei Postamentzellen vorhanden, welche sich einseitig etwas über die Epidermiszellen erheben und das eigentliche Haar von zwei Seiten halb einschliessen. Dieselben sind im Verhältnis zu den übrigen Epidermiszellen ziemlich dünnwandig; im Vergleich zu *Lactuca* dagegen sind die Wände relativ stark, wie überhaupt das ganze Organ und ebenso die Pflanze viel kräftiger entwickelt ist. Infolge der bedeutenden Grösse der Epidermiszellen und der grösseren Mächtigkeit der Milchsaftgefässe lässt sich hier der Einblick in die Vorgänge, den Anschluss des Haares an die subepidermale Milchröhre betreffend, viel leichter und mit grösserer Deutlichkeit gewinnen. Jedoch sind Abweichungen von den für *Lactuca* giltigen Resultaten nicht zu verzeichnen. Individuelle Verschiedenheiten in der Gestalt der Haarzelle sind reichlich vorhanden. So kommt es zum Beispiel vor, dass die Haarzelle nicht gleichmässig sich ausgestülpt hat, sondern dass nur ein Teil der Aussenwand ausgewachsen ist, eine Thatsache, die auch bei *Lactuca* vorkommt. Hin und wieder findet man auch zwei Milchsafthaare unmittelbar an einander grenzend, welche dann von zwei bis vier Postamentzellen umgeben sind, wie dies im Grundriss in Fig. 18, Taf. I dargestellt ist.

In entwicklungsgeschichtlicher Beziehung ist zu bemerken, dass die Haaranlage sich als drei einer primären Mutterzelle entsprossene Zellen darstellt, welche die beschriebene, eigenartige Lage zu einander einnehmen, wodurch sie von den übrigen kenntlich sind. Die weitere Entwicklung vollzieht sich genau in derselben Weise, wie dies für *Lactuca virosa* beschrieben worden ist; nur ist es im vorliegenden Falle infolge der sich bildenden Drüsenhaare und der massenhaften, papillösen Vorstülpungen der übrigen Epidermiszellen ungleich schwieriger, einigermassen deutliche, einwandsfreie Bilder zu bekommen.

Die beiden andern Arten aus dieser Gattung, welche untersucht wurden, *M. tataricum* und *M. prenanthoides*, welche schon ihrem ganzen Habitus nach mehr an *Lactuca perennis* oder *Prenanthes purpurea* erinnern, zeigen auch in Bezug auf die Gestalt der Milchsafthaare Anklänge an diese.

Die Hüllschuppen der Köpfchen gruppiren sich nach dem Gefässbündelverlauf wieder in die bekannten drei Gruppen. Die Milchsafthaare finden sich nur an den von einem anderen Blättchen nicht gedeckten Stellen und sind im Vergleich zu den früher beschriebenen Arten viel weniger zahlreich vorhanden. Fällt dies schon bei *M. tataricum* auf, bei welchem man durch Berührung noch Milchsafttröpfchen hervorlocken kann, so ist dies noch mehr der Fall bei *M. prenanthoïdes*. In Form und Bau stimmen die Milchsafthaare von *M. tataricum* mit denen von *L. Scariola* oder *perennis* genau überein (s. o.).

M. prenanthoïdes zeigt sehr bemerkenswerte Eigentümlichkeiten, und es ist schwer zu sagen, ob man es hier mit einer Pflanze zu thun hat, deren Milchsafthaare reduzirt sind, oder vielmehr mit einer solchen, welche im Begriff ist, durch irgendwelche äusseren Einflüsse angeregt, diese Organe erst zu erwerben.

Berührt man nämlich die Blütenköpfchen von *M. prenanthoïdes*, so wird man kaum imstande sein, Milchsafttröpfchen aus den Involucralschuppen hervorzulocken. Trotzdem zeigt die microscopische Untersuchung, dass hier Milchsafthaare vorhanden sind, aber einerseits in äusserst spärlicher Zahl, andererseits in, mit den übrigen verglichen, sehr kümmerlicher, fast rudimentärer Ausbildung. Man erkennt noch die beiden Postamentzellen und von ihnen halb eingeschlossen das eigentliche Haar; aber letzteres namentlich ist so kurz und erhebt sich so wenig über die Epidermis, dass es den Eindruck macht, als ob man ein noch unfertig entwickeltes Gebilde vor sich habe, was aber nach dem Alter der Hüllschuppen nicht denkbar ist. Jedenfalls gelang es mir nicht, an im hiesigen kgl. botanischen Garten kultivirten Exemplaren die Tröpfchenausscheidung trotz mehrfacher Versuche zu bewirken.

Was die Beurteilung dieser Thatsache anlangt, ob es sich um eine Reduktionserscheinung vorhanden gewesener Organe oder um eine Neuerwerbung derselben seitens der Pflanze handelt, wage ich keine Entscheidung zu treffen, da mir im ganzen zu wenig Arten zur Untersuchung vorlagen, als dass die Verbreitung der Milchsafthaare in der Gruppe der Cichoriaceen auch nur einigermassen hätte festgestellt werden können.[1])

Prenanthes purpurea L.

Die Blütenköpfchen dieser Pflanze erinnern in ihrer Gestalt an *Lactuca perennis*, nur sind sie zierlicher gebaut. Das Involucrum besteht aus ziemlich wenigen Blättern, deren äusserste sehr klein sind und eine Art grundständiger Rosette an der Basis des Köpfchens bilden. Die darauf folgenden sind bedeutend grösser, so lang wie das Köpfchen selbst. Diese beiden Gruppen würden dem Gefässbündelverlauf nach dem äusseren bei *Lactuca* unterschiedenen Kreise entsprechen. Innerhalb dieser finden sich dann noch einige wenige, die mit Rücksicht auf die Gefässbündelverzweigung den Charakter der innersten von *Lactuca* tragen. Der anatomische Charakter der Involucralschuppen ist im allgemeinen derselbe wie bei *Lactuca*-Arten. Die Epidermiszellen der Aussenseite führen zahlreiche, grosse und kleine Gerbstoffvakuolen, wie bei *L. perennis*. Vor den *Lactuca*- und *Mulgedium*-Arten ist *Prenanthes* dadurch ausgezeichnet, dass die Milchsaftgefässe in ungeheurer Zahl, reichlich anastomosirend die subepidermale Zellschicht der Hüllschuppen durchziehen, so dass diese fast ganz

[1]) Zur Beantwortung dieser und einiger anderer Fragen, die im weiteren Verlauf dieser Abhandlung berührt werden, behalte ich mir weitere Untersuchungen ausdrücklich vor, deren Resultate anderweitig mitgeteilt werden sollen.

von ihnen eingenommen zu sein scheint. Im Gegensatz zu dieser subepidermalen Ausbreitung des Milchsaftgefässsystems ist es bemerkenswert, wie wenig häufig verhältnissmässig die Epidermis von Milchsafthaaren durchsetzt ist.

In anatomischer Beziehung kehren immer dieselben Verhältnisse wieder, und es genügt daher, auf die für *Lactuca virosa* gegebene Darstellung zu verweisen mit der Bemerkung, dass in dem Haar selbst sich grössere und kleinere Gerbstoffvakuolen finden. Die Länge des Haares beträgt bis 35 μ, selten mehr; seine Breite etwa 10 μ. Hinsichtlich der Gestalt der Postamentzellen und ihrer Wandbeschaffenheit scheint hier ein Übergang zu einem zweiten, weiter unten bei *Sonchus* zu beschreibenden Typus vorzuliegen. Die Postamentzellen sind nämlich nicht mehr durch grosse Zartwandigkeit ausgezeichnet, sondern besitzen ungefähr ebenso stark verdickte Membranen, wie die übrigen Epidermiszellen. Jedoch wölben sie sich an der Stelle, wo sie an das Haar anliegen, noch etwas über das Epidermisniveau hervor.

Aus Vorstehendem ergibt sich also, dass, soweit Material zur Untersuchung vorhanden war, die Arten der Gattungen *Lactuca*, *Mulgedium* und *Prenanthes* Milchsafthaare besitzen, welche einen einheitlichen anatomischen Charakter tragen. Derselbe prägt sich in der Zahl und in der Form der den Haarapparat zusammensetzenden Zellen aus. Es sind stets drei Zellen vereinigt, welche schon in dem frühesten Stadium sich durch ihre gegenseitige Lage von den übrigen Epidermiszellen unterscheiden. Eine eigentliche Haarzelle und zwei, diese von zwei Seiten umschliessende Postamentzellen. Alle drei sind im Vergleich zu den Nachbarzellen von einer sehr zarten Membran umgeben. Das Haar, von gleichmässig cylindrischer Form, wird am Grunde durch die sich etwas hervorwölbenden Postamentzellen gestützt. Diese so gekennzeichneten Gebilde möchte ich als nach dem „*Lactuca*-Typus“ aufgebaut bezeichnen. Mit den subepidermalen Milchsaftgefässen stehen sie in direkter, offener Verbindung unter Aufgabe ihres individuellen Zellcharakters: Sie stellen die letzten, über die Epidermis sich erhebenden Glieder der Milchröhren dar.

Sonchus.

Eine wesentlich andere Form der Milchsafthaare, als sie der *Lactuca*-Typus repräsentirt, findet man bei den Gattungen *Sonchus* und *Picris*. Von der ersteren wurden vier Arten untersucht, *Sonchus asper* Vill., *S. oleraceus* L., *S. arvensis* L. und *S. paluster* L.

Sonchus asper Vill.

Das Involucrum der Blütenköpfchen dieser Pflanze ist aus ziemlich zahlreichen Hüllschuppen zusammengesetzt, welche nach ungefähr $^{8}/_{21}$ angeordnet sind. Sie sind im ganzen kräftiger gebaut als die der *Lactuca*-Arten, mehr an *Mulgedium* erinnernd. Im Verhältnis zu ihrer Länge ziemlich schmal, lassen sie sich nach der Art des Gefässbündelverlaufes und dem Charakter der äusseren Epidermis in drei Gruppen teilen. Die eine bilden die äussersten, kürzeren Hüllschuppen; ihre Gefässbündel verzweigen sich sofort nach ihrem Eintritt in die Spreite sehr reichlich; sie würden dem äussersten Kreise bei *Lactuca virosa* entsprechen. Die beiden anderen setzen sich aus ungefähr gleich langen Blättern zusammen, von denen die des innersten, die Blüten unmittelbar umgebenden Kreises zarter gebaut sind, während die des mittleren kräftiger, ungefähr wie die äussersten entwickelt sind.

Während in den innersten Blättchen die Gefässbündel, parallel der Längsachse verlaufend, nur in dem obersten Teil sich verzweigen und Anastomosen bilden, stehen auch in dieser Hinsicht die mittleren zwischen den beiden Endgliedern. Die Milchröhren begleiten im wesentlichen die Auszweigungen der Gefässbündel, sind aber in der subepidermalen Zellschicht viel reichlicher verbreitet als bei *Lactuca*, etwa so wie bei *Prenanthes*. Namentlich an den Randpartien bestehen die Hüllblätter nur aus den beiden Epidermen und den zwischen ihnen verlaufenden Milchsaftgefässen. An diesen Stellen sind die Grenzen der einzelnen, in der Längsrichtung ziemlich stark gestreckten Zellen, aus denen das Milchsaftgefäss hervorgegangen ist, meist noch sehr gut zu erkennen, da die Wände nicht vollständig resorbirt sind, sondern nur grosse Perforationen aufweisen.

Das Mesophyll der Involucralschuppen ist als grosszelliges, lacunöses, Chlorophyll führendes Merenchym entwickelt; besonders an den basalen und den unmittelbar an die Mittelrippe grenzenden Teilen finden sich mehrere Schichten desselben, während es scheitelwärts mehr und mehr abnimmt, um schliesslich ganz zu verschwinden.

Die Epidermis der Aussenseite weist nun eine ganz ausgesprochene Verschiedenheit auf, je nachdem die Schuppen dem äussersten oder innersten Kreise angehören. Bei den äusseren, von keinem andern Blättchen gedeckten Schuppen besteht sie aus unregelmässigen, polygonalen, in der Tangentialebene nahezu isodiametrischen Zellen, deren Wände gleichmässig stark sind, ohne eine auffallende Sculptur zu besitzen. Die Cuticula ist zart, aber gut wahrnehmbar. Die Epidermiszellen der innersten Hüllschuppen dagegen sind stark in die Länge gestreckt und verhältnismässig schmal. Die Spaltöffnungen sind regelmässig im Zuge derselben angeordnet, so dass im ganzen Habitus die Epidermis an die der Gramineen erinnert. Die dem mittleren Kreise angehörigen Involucralschuppen stehen in der Mitte zwischen beiden Extremen. Diejenigen ihrer Teile, welche nicht von einer anderen Hüllschuppe gedeckt sind, zeigen dieselbe Beschaffenheit der Epidermis wie der äussere Kreis; soweit sie jedoch von einer anderen überlagert werden, weist ihre Epidermis die Merkmale des innersten Kreises auf. Im grossen und ganzen ist bei unserer Pflanze der Charakter der Epidermis im Verhältnis zu den *Lactuca*-Arten sehr monoton. Einige Abwechslung in dieser Einförmigkeit gewähren nur die Zellgruppen der Milchsafthaare; sie entschädigen uns durch eine verhältnismässig bedeutende Mannigfaltigkeit in ihrer Ausbildung.

Wie die ganzen Blütenköpfchen stärker und derber gebaut sind gegenüber den kleinen, zarten der *Lactuca*-Arten, sind auch die Milchsafthaare bei *Sonchus* bei weitem grösser und kräftiger entwickelt als dort.

Von der Fläche gesehen bieten die Milchsafthaare ungefähr folgendes Bild. Zwischen den gewöhnlichen Epidermiszellen findet sich hier und da eine durch besondere Kleinheit ausgezeichnete, polygonale Zelle, um welche sich die übrigen strahlenförmig gruppiren. Diese durch ihren geringen Durchmesser kenntliche Zelle ist zu einem Haar ausgewachsen. Von den benachbarten Zellen sind einige dadurch ausgezeichnet, dass sie Milchsaft führen; sie würden den Postamentzellen des *Lactuca*-Typus entsprechen. Die Längs- und Querschnittsansichten ergänzen dieses in folgenden Punkten. Das Haar selbst besitzt unmittelbar über der Aussenwand der benachbarten Zellen eine ziemlich starke Ausbauchung und geht allmählich in eine scharfe Spitze über, so dass es eine keulen- oder flaschenförmige Gestalt erlangt. Seine Membran ist ebenso stark wie die der übrigen Epidermiszellen, oder vielmehr der Unterschied in der Verdickung ist so gering, dass er kaum wahrnehmbar ist. Dieselbe besteht fast ausschliesslich aus cuticularisirter Substanz; nur an dem basalen Teil zeigt sich durch Behandlung mit Chlorzinkjodlösung eine schwach blau gefärbte, innere Schicht. Der plasmatische

Wandbeleg ist dünn und für den Fall, dass sich bereits Milchsaft im Lumen befindet, nicht immer leicht wahrnehmbar; der Zellkern ist gross und mit einem deutlichen Nucleolus versehen. Die Länge des Haares beträgt 135 μ und darüber; seine grösste Breite über 22 μ.

Die unmittelbar an das Haar angrenzenden Zellen sind gewöhnlich nicht so hoch wie die übrigen Epidermiszellen, von denen sie sich nur noch dadurch unterscheiden, dass sie Milchsaft führen. Bisweilen bleiben sie auch in tangentialer Richtung mehr oder weniger hinter diesen zurück. Das Haar liegt demgemäss in einer kleinen Einsenkung der Epidermis, während es beim *Lactuca*-Typus über dieselbe erhoben war. Den Ausdruck „Postamentzellen" für die an das Haar unmittelbar angrenzenden Zellen zu gebrauchen, hat also im Grunde genommen gar keine Berechtigung mehr. Es scheint jedoch aus Zweckmässigkeitsgründen angebracht, diesen Ausdruck, obwohl er eine contradictio in adjecto enthält, beizubehalten, soweit es sich um Epidermiszellen handelt, welche zu dem Haar in irgendwelcher genetischer Beziehung stehen oder sich durch das Vorhandensein von Milchsaft auszeichnen, unter Vernachlässigung des rein morphologischen Gesichtspunktes, der zu dem Ausdruck „Postamentzellen" ursprünglich Veranlassung gegeben hat.

Es zeigt sich nun, dass die Zahl dieser Zellen nicht mehr, wie beim *Lactuca*-Typus constant ist, sondern von Null bis zwei oder drei für gewöhnlich, selten bis fünf schwanken kann. Diejenigen Milchsafthaare, welche auf den äussersten Hüllschuppen und den acroscopen Teilen der mittleren sich vorfinden, sind ausnahmslos von Postamentzellen in der genannten Anzahl umgeben. Man kann sich davon sehr leicht überzeugen, wenn man durch Eau de Javelle und verdünnte Essigsäure durchsichtig gemachte Hüllblätter untersucht. Es treten darin neben den Gefässbündelsträngen die Milchsaftgefässe sehr deutlich durch ihren geronnenen, dunkelkörnigen Inhalt hervor (besonders an mit Chromsäure fixirtem Material). In der unmittelbaren Nähe eines Haares sind nun zwei oder drei Postamentzellen ebenfalls mit diesem charakteristischen Gerinnsel erfüllt. Die Längsschnittsbilder bestätigen dies immer; jedoch ist wegen der Dichte, Massenhaftigkeit und Undurchsichtigkeit des Inhaltes selbst an sehr feinen Schnitten nicht viel zu erkennen, so dass die einfacher herstellbaren Oberflächenbilder für diesen Zweck vorzuziehen sind.

Wesentlich anders verhalten sich die dem innersten Kreise angehörenden, die Blüten unmittelbar umgebenden Involucralschuppen. Sie sind, wie schon erwähnt, im ganzen zarter gebaut als die übrigen und durch die langgestreckte Form ihrer Epidermiszellen ausgezeichnet. An den acroscopen Teilen finden sich die Milchsafthaare ebenso ausgebildet, wie auf den übrigen Schuppen. In einiger Entfernung vom Scheitel findet man dieselben ohne Postamentzellen vor. Die Gestalt des Haares ist genau dieselbe, wie bei den andern; jedoch fehlt jede Andeutung der Postamentzellen völlig. Zwischen zwei ungefähr in der Richtung einer Geraden liegenden Epidermiszellen befindet sich eine kurze Zelle, die zu einem Haar ausgewachsen ist. Zu beiden Seiten grenzen wieder die langgestreckten Epidermiszellen an. Selten ist der Fall, dass sich nur eine morphologisch differenzirte Postamentzelle entwickelt hat. Dass die der Postamentzellen entbehrenden Haare wahrscheinlich nicht funktionslos sind, dafür spricht der Umstand, dass sie sich stets über einem Milchsaftgefäss befinden. Im allgemeinen sitzen die Milchsafthaare ja nur an solchen Stellen der Involucralschuppen, die nicht durch eine andere gedeckt sind; dieses Prinzip ist hier aber nicht mehr ganz streng inne gehalten, und ger. de diejenigen Milchsafthaare, welche keine Postamentzellen haben, trifft man auf solchen halb geschützten Teilen. Es scheint indess dieser Umstand meiner Überzeugung nach kein ausreichender Grund zu sein, ihnen die Funktionsfähigkeit ohne weiteres abzusprechen, zumal da sie mit dem subepidermalen Milchsaftgefäss in direkter Verbindung stehen, wie die übrigen auch.

Die Verbindung der Haare mit der subepidermalen Milchröhre kommt in der Weise zustande, dass die tangentiale Wand der Haarzelle völlig resorbirt wird. Es handelt sich also um genau denselben Vorgang, wie wenn eine beliebige Parenchym- oder Cambiumzelle sich den Milchsaftgefässen anschliesst, nur dass im vorliegenden Falle eine zu einem Trichom ausgewachsene Epidermiszelle zu setzen ist. Insoweit stimmt *Sonchus* mit dem *Lactuca*-Typus überein.

Wie verhalten sich nun aber die Postamentzellen? Sind sie imstande, ein Zwischenglied zwischen der subepidermal gelegenen Partie des Milchsaftgefässes und dem eigentlichen Haar zu bilden, wie dies beim *Lactuca*-Typus der Fall ist? Die Antwort auf den ersten Punkt ist verhältnismässig leicht zu geben. Es ist mir niemals ein Bild zu Gesicht gekommen, welches dafür sprach, dass die Postamentzellen ein Bindeglied zwischen dem subepidermalen Teil der Milchröhre und dem eigentlichen Haar darstellen. Ihre Tangentialwände waren fast immer mit Perforationen versehen, wodurch sie mit dem Milchsaftgefäss in Verbindung stehen; es fehlte jedoch stets die Resorption der radialen Trennungswände gegen die Haarzelle. Während also beim *Lactuca*-Typus der Fall möglich ist, dass erst die Postamentzellen mit der Milchröhre in Verbindung treten und dann durch Resorption der Radialwand das eigentliche Haar an diese jüngst entstandenen Glieder derselben angeschlossen wird, kommt, soweit meine Beobachtungen reichen, bei *Sonchus* nur die eine Möglichkeit direkter Verbindung der Haarzelle vor. Die Haarzellen sind in beiden Fällen gleichwertig, und als letzte Enden der Milchsaftgefässe anzusehen.

Wie verhalten sich nun die Postamentzellen bei unserer Pflanze? Um über diesen Punkt ausreichende Klarheit zu gewinnen, ist noch Folgendes hier zu erwähnen. Es hat sich vorläufig nicht mit völliger Sicherheit feststellen lassen, ob die oben angegebenen Thatsachen den einzigen, fertig entwickelten Zustand darstellen, oder ob neben diesem noch ein aequivalentes Stadium vorkommt, welches sich wesentlich von dem ersten unterscheidet. Gar nicht selten findet man auf Längsschnitten, dass die Postamentzellen durch Perforationen ihrer Tangentialwände mit dem Milchsaftgefäss verbunden sind; die stehengebliebenen Wandreste heben sich sehr deutlich, weiss aufleuchtend von den dunklen, geronnenen Inhaltsmassen ab. Jedoch war die Beschaffenheit der Tangentialwand der Haarzelle nicht deutlich zu erkennen; es ist nicht einmal möglich gewesen, eine unzweifelhaft klare Ansicht darüber zu gewinnen, ob sie noch vorhanden war oder nicht. Überhaupt bildet der massenhaft vorhandene, undurchsichtige Milchsaft ein grosses Hindernis für die Beobachtung, und es ist keine Möglichkeit vorhanden, die Schnittserie nach seiner Entfernung in der richtigen Reihenfolge zu erhalten, noch einzelne Schnitte so zu behandeln, dass nachher noch feinere Strukturen zu erkennen sind. Durch Combination verschiedener, aufeinander folgender Schnittbilder neige ich der Ansicht zu, dass bisweilen die Tangentialwand des Haares erhalten bleibt, während die Postamentzellen mit dem Milchsaftgefäss in Verbindung stehen, und dass dies ein dem oben beschriebenen aequivalentes Entwicklungsstadium ist. In diesem Falle würde das eigentliche Haar nur die Handhabe bieten zur Hervorrufung der Tröpfchensecretion, der Milchsaft aber aus den Postamentzellen austreten. Ist jedoch die Tangentialwand der Haarzelle resorbirt, so scheinen die Postamentzellen eine Verstärkung der Secretion herbeizuführen imstande zu sein. Auf diese rein physiologischen Fragen wird an anderer Stelle näher eingegangen werden. Vom morphologischen Standpunkt aus betrachtet stellen die Postamentzellen weiter nichts als die letzten Glieder der Milchsaftgefässe dar, ebenso wie die Haarzelle selbst, beide unter Aufgabe ihrer Zellindividualität, was auch beim *Lactuca*-Typus der Fall ist. Haarzelle und Postamentzellen sind bei *Sonchus* aber generell verschiedene, unter sich aequivalente Glieder der Milchsaftgefässe, während sie beim *Lactuca*-Typus genetisch gleichwertige, unter einander nicht

aequivalente Elemente derselben darstellen. Dass dies in der That der Fall ist, geht aus der Entwicklungsgeschichte dieser Organe mit Evidenz hervor.

Die ersten Spuren der Milchsafthaare treten in einem sehr frühen Entwicklungsstadium der Blütenköpfchenanlage auf. Denn auf den acroscopen Teilen der Involucralblätter von Knospen, welche etwa 2 mm breit und 1 mm hoch sind, also kaum den zehnten Teil ihrer endgiltigen Grösse erreicht haben, finden sich bereits vollkommen ausgebildete Haare vor. Je mehr man sich jedoch der basalen Ansatzstelle der Hüllschuppen nähert, um so jünger werden die Stadien. Dieser Umstand scheint nicht nur damit zusammenzuhängen, dass die acroscopen Teile weniger geschützt sind, sondern ist auch die Folge des Wachstums der Blättchen. Dieselben zeigen nämlich bis in eine relativ späte Entwicklungsepoche hinein eine ausgezeichnet deutliche, basale Neubildungszone. In dieser vollzieht sich die Vermehrung der Epidermis- und Parenchymzellen durch Teilung, während in den scheitelwärts gelegenen Partieen das Wachstum lediglich durch Streckung der vorhandenen Zellen erfolgt. Innerhalb derselben besitzen die Zellen, wie erklärlich, fast meristematischen Charakter; alle sind ungefähr gleichmässig gross und von zarter Membran umgeben. Das Oberflächenbild in dieser Gegend zeigt nichts besonders Bemerkenswertes. Etwas mehr scheitelwärts sind die primordialen Spaltöffnungszellen zu erkennen. Hier und da findet sich nun auch eine Zelle, welche kein recht scharf konturirtes Bild giebt, und bei höherer Einstellung zeigt sich auch, dass sie offenbar über das Niveau der übrigen hinausragt. In einer bestimmten Ebene giebt sie ein kreisförmiges Querschnittsbild, und tiefer unten, etwa im Niveau der übrigen Epidermiszellen ein polygonales: ein Beweis dafür, dass sie sich in Gestalt einer mehr oder weniger gestreckten blasenförmigen Ausstülpung aus der Ebene der übrigen emporgewölbt hat. Ihre Nachbarzellen zeigen durchaus nichts Besonderes, weder in Gestalt noch Inhalt, wodurch sie sich von den anderen Epidermiszellen unterschieden. Die Längsschnittsansicht bestätigt den aus der Tangentialansicht gewonnenen Eindruck in vollkommenstem Maasse. Eine der ungefähr isodiametrischen Epidermiszellen hat sich fast halbkugelförmig über die Aussenwand der übrigen erhoben, als erste Andeutung dafür, dass sie im Begriff steht, sich zu einem Milchsafthaar zu entwickeln. Sie ist vor ihren Nachbarzellen in diesem Stadium durch dichtes, vakuolenfreies Plasma ausgezeichnet, in welchem ein grosser Kern liegt. Mit fortschreitendem Wachstum bilden sich grosse und kleine Vakuolen, das Plasma wird an Substanz ärmer und hyalin, bildet schliesslich nur noch den erwähnten dünnen Wandbeleg und sammelt sich höchstens in der Nähe des Kernes zu einem grösseren Klumpen an. Je mehr man sich dem Scheitel der Hüllschuppe nähert, um so ältere Stadien findet man; die Ausstülpung nimmt mehr und mehr zu, bis das Haar seine endgiltige Grösse erreicht hat.

Das Haar selbst ist im vorliegenden Falle also einer beliebigen Epidermiszelle gleichwertig und von vornherein durch sein Wachstum kenntlich. Eine Beziehung zu den später sich einfindenden Postamentzellen ist nicht zu konstatiren. Die Zellen des Haarapparates gehen nicht durch spätere, bestimmt geregelte Teilung aus einer primären Mutterzelle gemeinsam hervor, sondern sind im Einzelnen verschiedene Elemente desselben Gewebesystems, welche erst später mit einander in Beziehung treten, im Gegensatz zum *Lactuca*-Typus, wo der Haarapparat gerade durch die charakteristische Lagerung seiner Zellen infolge gesetzmässiger Teilung ausgezeichnet ist. Mit der fortschreitenden Ausbildung der Haarzelle sind nun mancherlei Veränderungen, sowohl in dem subepidermalen Gewebe als auch in den benachbarten Epidermiszellen, eingetreten.

Die das Haar unmittelbar begrenzenden Epidermiszellen haben sich dem Wachstum der ganzen Schuppe entsprechend gestreckt, sind jedoch in der Richtung senkrecht zur Oberfläche hinter

den übrigen meist etwas zurückgeblieben, so dass sich durch sie eine flache Einsenkung gebildet hat. Welche von ihnen mit dem Milchsaftgefäss in Verbindung treten werden, um sich zu Postamentzellen zu entwickeln, lässt sich noch nicht erkennen, da dasselbe noch nicht weit genug in seiner Bildung vorgeschritten ist. Seine Entwicklung vollzieht sich in der bekannten Art und Weise durch Trübwerden des Zellinhaltes und das Auftreten der charakteristischen Wandperforationen.

Die Resorption der Tangentialwand der Haarzelle tritt im Allgemeinen ziemlich spät ein, meist wenn dasselbe bereits völlig ausgewachsen ist, hängt jedoch auch von dem Entwicklungsstadium der betreffenden Hüllschuppe ab. Auf sehr jungen Hüllschuppen kann die Wand ziemlich lange erhalten bleiben, auf älteren dagegen viel früher perforirt werden. So war z. B. auf einem ganz ausgewachsenen Blatte die Resorption der Tangentialwand schon eingetreten, während die Haarzelle erst im Stadium der kugelförmigen Ausstülpung sich befand. Ihre Membran war noch sehr zart, was dafür spricht, dass dieselbe ihr Wachstum noch nicht beendet hatte.

Bemerkenswert erscheint auch der Umstand, dass auf ganz jungen Involucralschuppen die in Bildung begriffenen Milchsafthaare stets ungefähr in der fünften Zellschicht vom Rande in einer mit dem Randcontour der Schuppe etwa parallelen Linie stehen. Die Entstehung der Milchsafthaare ist nun nicht an die jüngsten Stadien der Blütenköpfchen gebunden, sondern vollzieht sich offenbar nach Bedarf innerhalb ziemlich weiter Altersgrenzen. Das geht zunächst aus dem Vorhandensein einer Wachstumszone am Grunde der Involucralschuppen hervor in unmittelbarer Nähe des Insertionspunktes gegen den Stengel. Es ist klar, dass, so lange diese Zone noch thätig ist, auch neue Haarzellen gebildet werden. Möglicherweise besitzt die Pflanze aber noch viel längere Zeit hindurch die Fähigkeit, aus beliebigen Epidermiszellen Milchsafthaare zu bilden, obwohl sich dafür ein thatsächlicher Beleg nicht hat mit Sicherheit erbringen lassen, da es sich ja hier nicht um einen morphologisch so charakterisirten Zellkomplex handelt, wie dies der *Lactuca*-Typus darstellt.

Sonchus oleraceus L.

Diese mit *Sonchus asper* Vill. so ausserordentlich nahe verwandte Art zeigt dieselbe Anordnung der Involucralschuppen an ihren Blütenköpfchen. Hinsichtlich der Verteilung der Milchsafthaare sowie ihrer morphologischen und anatomischen Charaktere gilt dasselbe wie für *S. asper*. Nur auf einen Umstand ist aufmerksam zu machen. Es scheint sich nämlich hier eine gewisse Neigung zu einer Art Zwillingsbildung geltend zu machen. Man findet nämlich häufiger als gewöhnlich bei anderen Arten, dass sich zwei unmittelbar an einander stossende Zellen zu Milchsafthaaren ausgestülpt haben, wie dies bei *Mulgedium Plumieri D.C.* beobachtet und in Fig. 18, Taf. I im Grundriss dargestellt ist. Die Zahl der Postamentzellen ist in diesem Falle ebenfalls sehr verschieden.

Sonchus arvensis L.

Auf den Involucralschuppen der Blütenköpfchen dieser Art, welche ziemlich zahlreich und nach etwa $^8/_{21}$ angeordnet sind, finden sich grosse, langgestielte, vielzellige Drüsenhaare. Dieselben fehlen jedoch auf den nach dem Gefässbündelverlauf dem innersten Kreise angehörenden Hüllschuppen mit Ausnahme der Spitze. Diese Köpfchenhaare sind vorwiegend auf der Mittelrippe und den sie unmittelbar begrenzenden Teilen der Spreite inserirt, während die lateralen Partien von ihnen frei

sind. Auf diesen finden sich dagegen in grosser Zahl die Milchsafthaare. Dieselben zeigen die gleichen Eigentümlichkeiten wie bei *S. asper*. Sie sind die bei weitem grössten, die mir zu Gesicht gekommen sind; besonders zeichnen sich diejenigen, welche in unmittelbarer Nähe der am weitesten lateralwärts stehenden Drüsenhaare sich befinden, durch eine im Verhältnis zu den übrigen sehr erhebliche Länge und Breite besonders des basalen Teiles aus.

Sonchus paluster L.

Berührt man die Blütenköpfchen dieser Pflanze, so erscheint auf dem Involucrum keine Spur von Milchsaft, so dass man von vornherein der Meinung sein könnte, dass hier überhaupt keine Milchsafthaare vorhanden seien. Durch den mikroskopischen Befund wird man jedoch eines andern belehrt. Es zeigt sich nämlich, dass die Milchsafthaare auf allen Involucralschuppen, welche sich nach dem Gefässbündelverlauf wiederum in die bekannten drei Gruppen teilen lassen, in der für *S. asper* geschilderten Art und Weise vorhanden sind. Die Milchröhren sind ausserordentlich reich verzweigt und erinnern in dieser Beziehung lebhaft an *Prenanthes purpurea* und *Mulgedium prenanthoïdes*. Mit letzterem stimmt *Sonchus paluster* wahrscheinlich auch in dem Punkt überein, dass die Milchsafthaare keine ausgesprochene Funktion besitzen. Wie erwähnt, liess sich eine Secretion von Milchsaft durch Berührung nicht hervorrufen. Andererseits lassen sich, soweit meine bisherigen Beobachtungen reichen, keine sicheren Schlüsse aus dem anatomischen Bau ziehen, da derselbe mit dem der funktionsfähigen Milchsafthaare der übrigen übereinstimmt. Es muss also auch hier die Frage offen bleiben, ob die Milchsafthaare im vorliegenden Fall als in Reduktion begriffene Organe oder als neu zu erwerbende Anpassungserscheinung aufzufassen sind; denn ihre Verbreitung innerhalb der Gruppe der Cichoriaceen ist bisher noch zu wenig bekannt.[1])

Picris hieracioïdes L.

Die Blütenköpfchen dieser Pflanze sind dadurch von den bisher genannten ausgezeichnet, dass ihr Involucrum aus einer verhältnismässig sehr grossen Anzahl von Hüllschuppen zusammengesetzt ist. Dieselben sind durch ihre Gestalt sowohl, wie durch die Art und Weise ihrer Insertion gegen den Stengel in zwei beziehungsweise drei Gruppen zu teilen. Zunächst folgt eine Reihe von verhältnismässig kurzen, in lockerer Spirale stehender Hüllschuppen, welche für das eigentliche Köpfchen eine Art von Manchette bilden. Darauf trifft man zwei Gruppen von bedeutend längeren Blättern, von denen die innersten, die Blüten unmittelbar umgebenden sich durch schmale, fast pfriemförmige Gestalt von den mittleren unterscheiden. Ein ausgeprägter Unterschied im Verlauf der Gefässbündel, was bisher immer als Unterscheidungsmerkmal diente, besteht nur zwischen dem innersten Blattkreise einerseits und den beiden äusseren andererseits. In den beiden äusseren verzweigen sich die Gefässbündel sogleich nach ihrem Eintritt in die Spreite nach allen Seiten hin; in dem innersten verlaufen sie im basalen Teil vorwiegend in der Längsrichtung, und erst in den acroskopen Partien findet Anastomosenbildung und reichlichere Verzweigung statt. Ausserdem sind die Hüllblätter des innersten Kreises dadurch ausgezeichnet, dass ihnen die merkwürdig gestalteten, vielzelligen Haare fehlen, welche

[1]) Siehe die Anmerkung zu Seite 20.

auf den beiden äusseren Gruppen vorkommen. Sie sind aus stark verdickten Zellen aufgebaut, die an der Spitze eigentümliche, krallenartige Umbiegungen besitzen; bisweilen ist dieselbe auch nach zwei Seiten hakenförmig gekrümmt, an Gestalt einem zweiarmigen Anker nicht unähnlich. Die Membran der stark verdickten, hakenförmigen Zellen zeigt eine ausserordentlich deutliche Schichtung der sekundären Verdickungslamellen. Diese Ankerhaare bevorzugen nun ebenso wie die Drüsenhaare bei den betreffenden Arten, wo sie vorkommen, die Mittelrippe und die unmittelbar angrenzenden Teile der Spreite, während sie auf den lateralen Partien gänzlich fehlen. Auf diesen stehen nun dicht gedrängt die sichelförmigen Milchsafthaare. Bei keiner anderen Art ist die exklusive Stellung der Milchsafthaare und der anderweitigen Trichome so in die Augen springend wie hier. Beide sind beinahe durch eine haarscharfe Linie von einander geschieden.

In Gestalt und Aufbau erinnern die Milchsafthaare unserer Pflanze an die von *Sonchus*. Es sind flaschen- oder keulenförmige Gebilde, welche in eine scharfe Spitze auslaufen. Sie sind von einer Gruppe von zwei bis höchstens fünf Zellen umgeben, die gegen das Haar hin ganz allmählich ansteigen und ein schwach erhöhtes Postament für dasselbe bilden. Im Gegensatz zum *Lactuca*-Typus ist es viel niedriger und die Aussenwand der Zellen ist ganz bei der Erhebung beteiligt nicht nur zur Hälfte, wie gewöhnlich bei den *Lactuca*-Arten. Von den übrigen Epidermiszellen sind die Postamentzellen durch das Fehlen der tutenartigen Ausstülpung ausgezeichnet, welche ersteren insgesamt eigen ist, wie bei *Mulgedium Plumieri*. Ausserdem sind sie durch Vorhandensein von Milchsaft in ihrem Innern und dadurch kenntlich, dass sie mit der Haarzelle zusammen allein Gerbstoffvakuolen führen, die allen übrigen Epidermiszellen fehlen. Dieser Umstand ist bemerkenswert und verdient hinsichtlich der biologischen Bedeutung der Milchsafthaare besondere Beachtung. Die Membran der den Haarapparat aufbauenden Zellen ist etwas weniger verdickt als die der benachbarten Epidermiszellen; jedoch ist die Differenz bei weitem nicht so bedeutend wie beim *Lactuca*-Typus und auch nicht so gering wie bei den *Sonchus*-Arten. Mit den letzteren stimmt *Picris* in Bezug auf die Verbindung der Haarzelle mit dem subepidermalen Milchsaftgefäss im wesentlichen überein.

Aus den vorangehenden Betrachtungen ergiebt sich, dass die untersuchten Arten der Gattungen *Sonchus* und *Picris* mit Milchsafthaaren ausgestattet sind, deren Verteilung auf den Involucralblättern zwar mit den für *Lactuca*-, *Mulgedium*- etc. Arten geltenden Gesetzen völlig übereinstimmt; in entwicklungsgeschichtlich-anatomischer Beziehung zeigen sie jedoch teilweise recht bedeutende und durchgreifende Verschiedenheiten gegenüber dem *Lactuca*-Typus, sodass man sie diesem als „*Sonchus*-Typus“ mit Recht gegenüber stellen kann. Seine Hauptcharaktere sind kurz folgende. Der Haarapparat besteht nicht aus drei genetisch zusammenhängenden Zellen, sondern die Zahl der ihn aufbauenden Elemente kann von einer, der eigentlichen Haarzelle an, bis zu fünf höchstens sechs schwanken. Im letzteren Falle kommen vier bezüglich fünf auf die Postamentzellen, deren Zahl jedoch in der Regel nur zwei oder drei beträgt. Die Haarzelle und die Postamentzellen können mit dem subepidermalen Milchsaftgefäss in Verbindung treten, jedoch jede für sich allein. Eine Verbindung zwischen dem Haar selbst und den Postamentzellen als letzten Gliedern der Milchsaftgefässe findet, soweit meine Beobachtungen reichen, nicht statt, im Gegensatz zum *Lactuca*-Typus. Andererseits kann eine Kommunikation der Postamentzellen mit dem subepidermalen Milchsaftgefäss vorhanden sein, ohne dass die Tangentialwand der Haarzelle selbst resorbirt ist. Die Postamentzellen der Gattung *Sonchus* bilden für gewöhnlich eine flache Einsenkung um das Haar, während *Picris* durch ein, infolge geringen Ansteigens der Aussenwand gegen das Haar hin schwach erhöhtes Postament ausgezeichnet ist. Ein Hauptunterschied gegenüber dem *Lactuca*-Typus beruht nun noch in der Gestalt und der

Membranbeschaffenheit des Haares. Das Haar des *Sonchus*-Typus besitzt flaschen- oder keulenförmige Gestalt mit einer starken Einziehung gegen den im Niveau der Postamentzellen steckenden Teil und läuft in eine scharfe Spitze aus. Die Membran der Zellen des Haarapparates zeigt nur eine sehr geringfügige Differenz in der Verdickung mit den übrigen Epidermiszellen verglichen, während beim *Lactuca*-Typus die Zartwandigkeit der Haarzellen ein Hauptcharakteristikum war.

Lampsana communis L.

Bei dieser Pflanze ist sowohl von Kny als auch von mir des öfteren der Ausfluss von Milchsafttröpfchen infolge von Berührung beobachtet worden. Derselbe trat jedoch stets sehr spärlich und erst bei Anwendung von Druck auf. Bei der mikroskopischen Untersuchung ganzer, in Eau de Javelle durchsichtig gemachter Hüllschuppen liess sich bisher keine Spur von Milchsafthaaren entdecken. Ich vermute deshalb, dass die Milchsaftausscheidung möglicherweise durch direkte Verletzung des Blattgewebes infolge des angewandten Druckes geschehen ist. Ob hier besondere, vielleicht anders geartete, secernirende Organe vorhanden sind, bedarf noch der genaueren Feststellung.[1])

[1]) Siehe die Anmerkung zu Seite 20.

Mechanik des Tröpfchenausflusses.

Die Ausscheidung von Milchsafttröpfchen durch die zu diesem Zweck besonders ausgebildeten Organe, die Milchsafthaare, geschieht, wie schon mehrfach erwähnt worden ist, durch Berührung mit einem festen Gegenstande. Dadurch wird das Haar abgebrochen, und der Milchsaft tritt aus der entstandenen Wunde hervor. Diese Art und Weise der Ausscheidung scheint die bei weitem häufigste und gewöhnlichste zu sein. Der andere, auch von den älteren Forschern bereits beobachtete Fall ist der, dass durch eine starke Erschütterung der ganzen Pflanze der Tröpfchenausfluss hervorgerufen wird. Ganz gleichgiltig ob ersteres oder letzteres die Ursache der Serection ist, das Wesentliche an der Erscheinung bleibt immer der Umstand, dass äussere mechanische Einwirkungen das Abbrechen oder Platzen des Haares zur Folge haben, wodurch das Austreten eines Milchsafttröpfchens hervorgerufen wird. Der ganze Vorgang erinnert unwillkürlich an das Verhalten der Brennhaare von *Urtica dioïca* u. a. m. Dieselben sind in ihrer Gestalt teilweise der bei *Sonchus* beobachteten Form der Milchsafthaare entfernt ähnlich. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden ist jedoch der, dass die Brennhaare Hautdrüsen sind, die Milchsafthaare dagegen die letzten Glieder des den ganzen Pflanzenkörper durchziehenden Milchsaftgefässsystems darstellen, wie aus ihrer Entwicklungsgeschichte zur Evidenz hervorgeht. Trotzdem ist die Mechanik der Ausscheidung bei beiden nicht wesentlich verschieden und kann wohl in Parallele gesetzt werden. Die Brennhaare besitzen zwar an ihrer Spitze eine präformirte Abbruchsstelle, die den Milchsafthaaren nicht eigen zu sein scheint. Aus der entstandenen Öffnung tritt der Inhalt der Haarzelle aus und zwar wesentlich durch die Wirkung des hydrostatischen Druckes, der vorher in der unverletzten Zelle vorhanden war, und welcher den Atmosphärendruck übertraf. Es wird hier also so lange Inhaltsmasse austreten, bis sich die Differenz zwischen dem Atmosphärendruck und dem Maasse des Turgors der unverletzten Zelle ausgeglichen hat. Dieser Fall ist verhältnismässig einfach, da wir es hier nur mit einer einzigen Zelle zu thun haben, welche, nachdem sie ihre Funktion erfüllt hat, vertrocknet und abstirbt, ohne dass dadurch ein anderes Gewebe der Pflanze in Mitleidenschaft gezogen wird. In Ermangelung einer besonderen Abbruchsstelle platzen nun die Milchsafthaare nicht immer an der Spitze, sondern die Zerreissung kann an einem beliebigen Punkte des Haarkörpers eintreten. Sobald die Verletzung des Haares stattgefunden hat, ist das ursprünglich in sich geschlossene Milchsaftgefässsystem geöffnet worden. Es fragt sich nun, welche Faktoren kommen jetzt zur Geltung, welche Kräfte beginnen zu spielen. Es ist klar, dass der in den Milchröhren herrschende, hydrostatische Druck dabei zuerst zu berücksichtigen ist.

Eine zahlenmässige Bestimmung des in den Milchsaftgefässen vorhandenen Druckes ist zuerst von Schwendener[1]) ausgeführt worden. Er bestimmte denselben für die dickwandigen Röhren der

[1]) Schwendener, Einige Beobachtungen an Milchsaftgefässen. Sitzungsber. d. kgl. Akad. d. Wissensch. z. Berlin, 1885, p. 327.

Euphorbien zu etwa zehn Atmosphären. Wenn diese Bestimmung nun auch auf Grund des Tragvermögens der starken Membranen gemacht worden ist, und infolgedessen nicht ohne weiteres auf die zartwandigen Milchsaftgefässe übertragen werden kann, so enthält diese Mitteilung doch zu gleicher Zeit auch einen Hinweis zur Bestimmung des hydrostatischen Druckes dünnwandiger Gefässe. Es ist klar, dass der in den zartwandigen Milchsaftgefässen herrschende Druck nicht allein von den Membranen ausgehalten werden kann, sondern dass er zum grössten Teil durch den im umgebenden, lebenden Parenchym herrschenden Turgor kompensirt werden muss. Es müssen demgemäss die Druckwerte des Parenchyms und der Milchsaftgefässe annähernd gleich sein. Mit der Kenntnis des Wertes des im Parenchym herrschenden Druckes wäre also auch der der Milchröhren gegeben. Leider sind derartige Bestimmungen auf dem Wege des Experimentes mit den uns zu Gebote stehenden Mitteln nur sehr schwierig und nur annäherungsweise auszuführen. Wieler[1]) giebt den in den Markstrahlzellen von *Pinus silvestris* und *Populus nigra* herrschenden Druck bis zu 21 Atmosphären an. Es darf als sicher gelten, dass der Wert des hydrostatischen Druckes im Parenchym nicht für alle Pflanzen gleich ist, zum wenigsten sind die Unterschiede desselben für Bäume und krautartige Pflanzen sehr beträchtlich, ganz abgesehen von den mannigfaltigen Einflüssen äusserer Faktoren, als Luft- und Bodenfeuchtigkeit, Jahreszeit u. a. m., welche denselben zweifellos bedeutend verändern. Ein Versuch, den Wert des hydrostatischen Druckes in den zartwandigen, gegliederten Milchröhren zu berechnen unter Anwendung der Poiseuille'schen[2]) Formel für die Ausflussmengen kapillarer Röhrensysteme unter Anwendung von Schätzungswerten für die Grösse der ausgeschiedenen Milchsaftmassen, ergab so unmögliche Zahlen, dass ich auf die Wiedergabe genauerer Daten verzichte. Nur soviel scheint mit Sicherheit aus diesen Berechnungen von neuem hervorzugehen, dass der Mechanismus der Bewegung der Säfte im lebenden Pflanzenkörper viel komplizirter ist, als dass sich auch nur annähernd entsprechende Bedingungen, wie sie die Pflanze besitzt, auf experimentellem Wege herstellen lassen. Es ist daher auch nicht abzusehen, dass viel mehr, uns noch unbekannte Faktoren in Wirkung treten, so dass unsere bisherigen physikalischen Formeln für diese Verhältnisse keine Geltung mehr besitzen.

Kehren wir jedoch zur Betrachtung des Tröpfchenausflusses selbst zurück. Durch die infolge des Abbrechens eines Haares entstandene Öffnung tritt durch den im ganzen Röhrensystem herrschenden Druck, dessen Grösse als unbekannt angesehen werden muss, ein Tropfen Milchsaft aus. Da der Wert des Druckes wahrscheinlich den einer Atmosphäre beträchtlich übersteigt, so müsste der Ausfluss von Milchsaft fortdauern bis zur Ausgleichung der Druckdifferenz zwischen der atmosphärischen Luft und dem Milchröhrensystem; ähnlich wie bei Verletzung des Holzkörpers von Bäumen ein continuirlicher, oft sehr bedeutender Saftausfluss stattfindet: eine Erscheinung, die als Bluten der Pflanzen allgemein bekannt ist. Die Beobachtung lehrt nun, dass dies bei den Milchsafthaaren thatsächlich nicht der Fall ist. Im Gegenteil, es tritt nur ein einziges, nicht einmal besonders grosses Tröpfchen aus. Es müssen also Kräfte vorhanden sein und eingreifen, welche der Wirkung des Druckes, der den Ausfluss bewerkstelligt, entgegentreten und dieselbe vielleicht sogar zum grössten Teil aufheben. Als solche wären zunächst die innere Reibung des Milchsaftes an sich und zweitens der Widerstand, den derselbe an den Wandungen des Röhrensystems erfährt, zu berücksichtigen; ferner die durch die grosse Oxydationsfähigkeit des Milchsaftes hervorgerufenen Gerinnungserscheinungen und die beim Tröpfchenaustritt sich geltend machende Oberflächenspannung.

[1]) Jahrbücher f. wiss. Bot. XVIII, 1887, pag. 82.

[2]) Poggendorfs Annalen, Bd. 58, 1843.

Welchen Wert jeder einzelne dieser Faktoren oder mehrere und alle zusammen besitzen, beziehungsweise erreichen können, lässt sich nicht auch nur vermutungsweise, geschweige denn zahlenmässig bestimmen. Nur das eine steht fest, sie alle sind beteiligt, um dem durch den Druck begünstigten Ausfluss entgegenzuwirken, bis der Verschluss der entstandenen Wunde hergestellt ist.

Dass die innere Reibung des Milchsaftes und andererseits der Widerstand, den er an den Wänden des Röhrensystems erfährt, in der That sehr beträchtlich sein müssen, geht aus folgendem Versuch hervor. Schneidet man den ganzen Blütenstand einer wohl entwickelten Pflanze, z. B. von *Lactuca virosa*, oder einen der aus der grundständigen Blattrosette entspringenden, blühenden Seitentriebe unmittelbar über dem Boden ab, so fliesst aus der Schnittfläche der Milchsaft massenhaft aus. Berührt man nun unmittelbar nach dem Durchschneiden die Involucralblätter mit dem Finger, so lassen sich Milchsafttröpfchen aus denselben hervorlocken, und man kann dies Phänomen so lange beobachten, bis sich Welkungserscheinungen an den abgeschnittenen Pflanzenteilen einstellen, was schon nach ziemlich kurzer Zeit einzutreten pflegt. Dadurch, dass beim Abschneiden die Hauptstämme der Milchröhren mit durchschnitten wurden, war dem Milchsaft Gelegenheit gegeben, in verhältnismässig grosser Menge abzufliessen. Es dauert jedoch geraume Zeit, ehe sich dies bis in die letzten Auszweigungen geltend macht, denn sonst hätten aus den Haaren keine Tröpfchen mehr austreten können. Diese Verzögerung des Abflusses ist nicht anders zu erklären, als dass die Milchsaftmassen durch den Reibungswiderstand, den sie an den Röhrenwandungen erfahren, festgehalten werden. Ja, die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die letzten Auszweigungen stets noch sehr reichlich Milchsaft enthalten haben müssen, wie die Masse der Coagulationsprodukte infolge des Einlegens in Alkohol beweist. Dass der Milchsaft nicht etwa schon in der lebenden Pflanze selbst koagulirt, geht daraus hervor, dass, wenn man die oberste Stengelregion durchschneidet, Milchsaft auf der Schnittfläche erscheint. Aus dem Ganzen zeigt sich wiederum zur Evidenz, dass der hydrostatische Druck in dem Milchröhrensystem ein verhältnismässig sehr bedeutender sein muss, da die in der Pflanze noch enthaltenen und die bereits ausgeflossenen Milchsaftmengen zu dem Raum, den das Capillarsystem der Milchröhren einnimmt, bezüglich beherbergt, in gar keinem Verhältnis stehen.

Dass ausser diesen beiden Faktoren, der inneren Reibung und dem Widerstand an den Wandungen des Röhrensystems, deren Grösse, wie gezeigt wurde, sehr beträchtlich ist, auch die Oberflächenspannung des ausgetretenen Milchsafttröpfchens den nachdringenden Flüssigkeitsmassen Widerstand leistet, ist aus dem Verhalten aller Flüssigkeiten, besonders wenn sie durch Capillarröhren ausfliessen, zu erwarten und erklärlich. Denn es ist nicht einzusehen, warum sich der Milchsaft in dieser Hinsicht abweichend verhalten sollte. Die zahlenmässige Bestimmung dieser Grösse ist noch weniger möglich als die der anderen, zumal da man nicht einmal imstande ist, den hydrostatischen Druck des ganzen Röhrensystems zu ermitteln.

Ausser diesen physikalischen Ursachen, die, wie gezeigt wurde, teils in der Beschaffenheit des Röhrensystems, teils in der Natur des Milchsaftes ihre Erklärung finden, treten nun auch seine chemische Zusammensetzung und seine diesbezüglichen Eigenschaften in den Vordergrund und machen sich sowohl als hemmende Faktoren gegen die Fortdauer des Ausflusses geltend, andererseits tragen sie zum Verschluss der Wunde zum wenigsten bei, wenn sie ihn nicht, wie gezeigt werden soll, ganz zustande bringen.

Die Untersuchungen E. Schmidts[1]) haben ergeben, dass die gegliederten Milchröhren nicht

[1]) l. c.

nur in ihren jüngst entstandenen Gliedern einen plasmatischen Wandbeleg besitzen, was ja a priori nicht unwahrscheinlich ist, da die ursprünglich selbständigen Zellen einen Plasmakörper besitzen, dessen Verschwinden nach längerer Zeit, also in den alten Milchröhrenstücken, erklärlich gewesen wäre. Derselbe ist aber auch hier nicht zu Grunde gegangen, sondern hat sich in wenn auch im Vergleich zu den Parenchymzellen rudimentärem Zustande erhalten. Diese Beobachtungen kann ich voll und ganz bestätigen. Nach den Mitteilungen der älteren Autoren sollen sich als allgemein verbreitete Bestandteile des Milchsaftes stets Eiweiss- und „Gerbstoffe“ finden. In Bezug auf erstere trifft dies nun ja in der That zu. Aus der Komplikation des Eiweissmolecüls, dessen chemische Formel zu bestimmen bekanntlich noch nicht gelungen ist, erklärt sich die leichte Zerstörbarkeit seines Gefüges, d. h. für unsern Fall eine schnelle Oxydation, sobald dasselbe mit dem in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoff in Berührung kommt. Dazu kommt noch, dass in dem Milchsaft allerlei andere, mehr oder weniger komplizirte und daher ihre Molecularstruktur leicht ändernde Substanzen enthalten sind, ausserdem die in demselben suspendirten Partikelchen von Kautschuk, Stärke u. a. m. Kurzum, die emulsionartige Flüssigkeit wird infolge der verschiedenartigen, chemischen Umsetzungen, die durch die Berührung mit der atmosphärischen Luft in ihr hervorgerufen werden, zunächst zu einer zähen, gummiartigen Masse verdichtet, um schliesslich ganz zu erstarren und aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand überzugehen. Es ist ersichtlich, dass mit zunehmender Zähigkeit der ausgetretenen und in der Öffnung sich befindenden Masse den nachfolgenden Flüssigkeitsmengen immer grösserer Widerstand entgegengesetzt wird, wodurch wohl erklärlich ist, dass der durch die oben bezeichneten, physikalischen Grössen reduzirte Druck nicht mehr ausreicht, um messbare Vergrösserungen des einmal ausgetretenen Tröpfchens hervorzurufen. Ehe der feste Aggregatzustand vollkommen erreicht ist, vergehen nun zwar immerhin einige Stunden; er kann als eingetreten betrachtet werden, wenn der ursprünglich weisse Milchsaft seine Farbe in ein schmutziges Braun verändert hat. Da der Tropfen seine Grösse innerhalb dieser Zeit nicht messbar verändert hat, so kann nur soviel Flüssigkeit noch ausgetreten sein, als der Verdunstungsgrösse entspricht, und dies kann bei der Kleinheit der Öffnung, beziehungsweise der verdunstenden Kugelfläche des Tröpfchens nur eine sehr geringfügige Menge sein.

Der ursprünglich leicht flüssige Milchsaft umgiebt sich also gleich nach seinem Austritt aus dem Haar zunächst mit einer zähen, klebrigen Haut, wird allmählich immer dickflüssiger, erstarrt schliesslich und verschliesst als fester Pfropf die ursprüngliche Öffnung. Nach meinen Beobachtungen ist dies der allgemeine Modus, nach dem der Wundverschluss vor sich geht und, wie ich glaube, aus dem Vorhergehenden genügend erklärt. Von Kny ist für *Lactuca Scariola* die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Postamentzellen sich an dem Verschluss der Wunde beteiligen in der Weise, dass sie infolge ihrer Turgescenz den zwischen ihnen verlaufenden Verbindungskanal des Haares mit der subepidermalen Milchröhre zusammendrücken, wie der Quetschhahn einen Gummischlauch. Nach den anatomischen Befunden ist diese Meinung wohl kaum noch aufrecht zu erhalten. Da, wie wir oben gesehen haben, die Haarzelle nicht von allen Seiten von den Postamentzellen umschlossen wird, ist eine Wirkung der letzteren in dem angeführten Sinne nicht wohl möglich, obwohl man sich vorstellen könnte, dass sie die Membran des Haares gegen die eine angrenzende Epidermiszelle wie gegen ein festes Widerlager anpressen und so die Öffnung schliessen. Dass beide Möglichkeiten nicht stattfinden können, ergiebt sich jedoch aus der Thatsache, dass die Postamentzellen sowohl bei *Lactuca Scariola* wie auch bei allen übrigen untersuchten Arten, soweit sie überhaupt vorhanden sind, ihre Zellindividualität aufgegeben haben, da sie sich dem Milchsaftgefässsystem angeschlossen haben. In-

folgedessen können sie keinen eigenen Turgor mehr besitzen. Es fällt somit gerade derjenige Faktor weg, auf den sich die Möglichkeit des Verschlusses mit Hilfe der Postamentzellen gründete und stützte. Genügt dieser Umstand nun auch für die nach dem *Lactuca*-Typus gebauten Haare, wo Haarzelle und Postamentzellen mit einander und alle drei mit dem Milchsaftgefäss in offener Kommunikation stehen, so könnte immerhin bei denjenigen des *Sonchus*-Typus der Verschluss mit Hilfe des aus dem Milchröhrensystem resultirenden Druckes in den Postamentzellen durch letztere herbeigeführt werden. Dass dies an und für sich unmöglich ist, ergiebt sich ohne weiteres aus folgender Betrachtung. Die Druckdifferenz in dem Röhrensystem und der Atmosphäre muss in unmittelbarer Nähe der Austrittsöffnung, d. h. in den Postamentzellen, sehr gering sein, sonst könnte die Kompensation des Druckes durch die früher besprochenen, physikalischen Kräfte nicht so weit gehen, dass nur ein einziger Tropfen von relativer Kleinheit ausgeschieden wird. Diejenigen Haare, welche überhaupt keine Postamentzellen besitzen, wie dies für die auf den Involucralschuppen des innersten Kreises bei *Sonchus asper* z. B. der Fall ist, fallen an und für sich schon aus dieser Betrachtung aus, da sie den Verschluss auf andere Weise herbeizuführen von vorneherein gezwungen sind.

Ein anderer Punkt scheint mir beim *Sonchus*-Typus an dem Verschlusse der entstandenen Wunde mitzuwirken, der unser Interesse in weit höherem Grade in Anspruch nimmt. Sehr häufig beobachtet man auf den Involucralschuppen älterer Köpfchen einer *Sonchus*-Art, die zahlreiche, abgebrochene Haarzellen mit oder ohne ausgeschiedenen Milchsaftmassen zeigen, dass die wegen ihrer Grösse bei diesen Objekten sehr deutlichen, im Niveau der Epidermis sitzenden Haarzellreste nach aussen zu eine Verdickung zeigen. Ja es will mir so scheinen, als ob dieser Verdickungswulst von den Rändern nach der Mitte der Zelle zu sich allmählich vorgeschoben habe. Es ist nämlich bemerkenswert, dass der Contour der fünf- bis sechsseitigen Zelle in einer bestimmten Einstellungsebene scharf gegen die angrenzenden Epidermis- bezw. Postamentzellen abgesetzt erscheint. Beim Übergang in eine höhere Einstellung wird dieser Contour undeutlich, um an einer höchsten Stelle wieder scharf hervorzutreten. Der Durchmesser dieser oberen, kreisförmigen Öffnung ist aber bedeutend geringer als der durch den unteren Contour begrenzten. Es scheint hier eine sekundäre Überwallung im angegebenen Sinne vorzuliegen, welche schliesslich zu einem vollständigen Verschluss der Öffnung führt. Welcher Art und welchen Ursprunges dieselbe ist, ob sie vom Plasmakörper ausgeht oder von der Zellmembran, kann ich augenblicklich nicht entscheiden, da mir nur fixirtes Material zur Untersuchung vorlag, in welchem sekundäre Veränderungen stattgefunden haben können. Ähnliche Erscheinungen sind bereits von E. Schmidt[1]) bei verletzten Milchröhren von *Scorzonera* beobachtet worden. Trotzdem er in einer Anmerkung auf die Nichtallgemeinheit der Erscheinung hinweist, will ich doch das, was er über dieses Phänomen mitteilt, wörtlich hierher setzen. „Auch tragen die Milchröhren bei mechanischer Verletzung der Pflanze nicht wie benachbarte Parenchymzellen zu der Bildung eines Callusgewebes bei, dagegen zeigen sie durch eine ebenso eigenartige wie interessante Reaktion auf solche Eingriffe, dass der Plasmakörper noch lebend ist. Bei Wurzeln von *Scorzonera* fand ich nämlich in den Milchröhrenteilen, welche an die Schnittwunde grenzten, einen Verschluss in derselben Weise hergestellt, wie bei manchen vielkernigen Siphoneen, *Bryopsis* (zum Teil), *Codium*, *Derbesia* und bei vielen Pollenschläuchen ein Abschnitt des Zellkanals von dem übrigen getrennt wird. Ringförmig war die Wand an einzelnen Stellen verdickt worden und die Verdickungsleiste so stark ge-

[1]) l. c. pag. 461 und 462.

wachsen, bis dadurch schliesslich ein vollständiger Abschluss des dem unversehrten Teil des Organes zugewandten Abschnittes der Milchröhre gegen den verletzten erreicht war. Die Übereinstimmung mit dem gleichen Vorgange, besonders bei Pollenschläuchen, ist eine auffallende. Auch hier wird die Verdickung oft nicht als vollständig geschlossener Ring angelegt, ist oft von unregelmässiger Gestalt und gelangt bisweilen wohl überhaupt nicht zur Bildung einer vollständigen Scheidewand. Ebenso folgen auch in diesem Falle oft mehrere Anlagen von Verschlüssen kurz hintereinander. Die Verdickungsmasse zeigt übrigens mit Chlorzinkjod nicht Cellulosereaktion, sondern färbt sich mit diesem Reagens gelb. Sie stimmt hierin und ebenso in ihrer Lichtbrechung, Quellbarkeit und hellblauen Tinktion durch Hämatoxylin mit dem Callus der Siebröhren überein.“ Etwas Ähnliches scheint wie gesagt auch an den Abbruchsstellen der Milchsafthaare vorhanden zu sein; in Ermangelung ausreichender Beobachtungen muss ich mir jedoch die endgiltige Feststellung dieser Frage für eine spätere Mitteilung vorbehalten.

Es muss hier noch eines anderen Punktes Erwähnung gethan werden, welcher die Austrittsstelle des Milchsaftes aus dem Haarapparat betrifft, sowie die Frage nach einer präformirten Abbruchsstelle des Haares selbst. Im allgemeinen tritt ja der Fall ein, dass das eigentliche Haar, welches durch sein Hervortreten über die Epidermis den specifischen Angriffspunkt für den verletzenden Gegenstand bildet, an der Spitze oder an irgend einer anderen Stelle abbricht oder platzt und dadurch die Milchsaftsecretion veranlasst. Eine Reihe von Beobachtungen sprechen nun dafür, dass dies nicht unbedingt einzutreten braucht. Es kann vielmehr unter vollständiger Erhaltung des Haarkörpers ein Bruch in der Aussenwand einer Postamentzelle eintreten, so dass der Milchsaft nicht aus dem Haar, sondern aus dieser austritt. Ob diese Erscheinung mit der mehr oder weniger fortgeschrittenen Verbindung der Teile des Haarapparates mit dem Milchröhrensystem in Zusammenhang steht, hat sich nicht ermitteln lassen, und es muss vorläufig die Feststellung der Thatsache genügen. Dagegen scheint beim *Sonchus*-Typus besonders den Postamentzellen die Rolle zuzufallen, die durch das Bersten des Haares erfolgende Secretion zu verstärken.

Während im allgemeinen, sicher jedenfalls beim *Lactuca*-Typus, keine präformirte Abbruchsstelle vorhanden ist, kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass bei den *Sonchus*-Arten die basale, erweiterte und gegen den im Niveau der übrigen Epidermiszellen liegenden Teil der Haarzelle sich durch eine scharfe Einziehung absetzende Partie eine gewisse Bevorzugung beim Abbrechen erfährt. Jedenfalls ist es bemerkenswert, dass auf Schnitten sehr häufig der untere Teil des abgebrochenen Haares in Gestalt eines halbkugelförmigen Näpfchens erhalten geblieben ist, und zwar sind diese Reste von so gleichmässiger Höhe, dass man meinen könnte, sie wären alle mit dem Rasirmesser abgeschnitten. Eine Verschiedenheit in der Membranbeschaffenheit dieser Stellen gegenüber den anderen ist nicht vorhanden. Es ist diese Erscheinung höchstens auf Kosten der unmittelbar darunter befindlichen, fast rechtwinklig sich absetzenden Einziehung zu erklären.

Schliesslich ist noch ein Faktor in Rechnung zu ziehen, dessen Bedeutung für die Tröpfchenausscheidung an und für sich leicht erklärlich ist, dessen Beziehungen zur Intensität dieser Erscheinung aber nicht völlig geklärt sind: die Temperatur. Im allgemeinen kann man sagen, dass die Milchsaftsecretion bei der mittleren Tagestemperatur in den Monaten Juni bis September an den genannten Pflanzen immer zu beobachten ist. Da dieselbe nun aber an den einzelnen Tagen zu den verschiedenen Stunden ziemlich variirt, von etwa 12° C. in den Frühstunden bis zu 30° C., so scheint die untere Temperaturgrenze, bei welcher ein Austreten von Milchsafttröpfchen noch erfolgt, eine ziemlich tiefe zu sein.

Andererseits ist es doch auffällig, dass der Unterschied in der Intensität des Tröpfchenausflusses ein ziemlich bedeutender ist, je nachdem die Temperatur hoch oder niedrig ist. So beobachtete ich z. B., dass an einem kühlen, regnerischen Tage bei *Sonchus asper* die Grösse der auf dem Involucrum sichtbar werdenden Tröpfchen infolge von Berührung sehr erheblich geringer war, als bei derselben Art an einem sehr heissen Tage. Auch ging die Sekretion bei niedriger Temperatur viel langsamer und schwerer vor sich als bei höherer. Ausserdem gelang es nicht, die Milchsaftausscheidung durch starke Erschütterung der ganzen Pflanze bei tieferer Temperatur hervorzurufen. Jedenfalls ist ein Einfluss der Temperatur auf diese Erscheinung zu bemerken; aber es ist nicht recht erklärlich, wie man sich denselben vorzustellen hat. Es lässt sich ja nicht leugnen, dass die Intensität des Stoffwechsels in der Pflanze von der Temperatur direkt beeinflusst wird, ein Umstand, der für einzelne Fälle auf dem Wege des Versuches genau verfolgt worden ist. Wenn derselbe also bei niedrigerer Temperatur geringer ist als bei höherer, so müssen auch die Stoffwechselprodukte in ihrer Quantität in irgend einer Beziehung zu derselben stehen, so dass man annehmen kann, dass auch die Quantität des Milchsaftes bei verschiedenen Temperaturen verschieden ist. Wie weit dies zutrifft, entzieht sich der direkten Beobachtung. Das allein genügt aber auch noch nicht zur Erklärung der verschiedenen Intensität des Tröpfchenausflusses, da durch die Temperatur wahrscheinlich auch die physikalische Beschaffenheit des Milchsaftes Veränderungen erleidet. Wie ersichtlich knüpfen sich an die Frage nach dem Einfluss der Temperatur eine so grosse Zahl von Nebenfragen, dass zur Beantwortung aller dieser, gemäss ihrer Schwierigkeit, die sie der Beobachtung entgegensetzen, eine grosse Reihe neuer Versuche angestellt werden müssten, deren Resultate den Rahmen dieser Arbeit bedeutend überschreiten würden, und ich muss mich mit den spärlichen, oben gegebenen Andeutungen begnügen, zumal mir augenblicklich das nötige Material nicht zur Hand ist.

Als Ergebnis unserer Betrachtungen können wir in Kürze Folgendes hinstellen. Durch Berührung oder Erschütterung der Pflanze wird das Platzen der Milchsafthaare verursacht, und infolge des im Röhrensystem herrschenden Überdruckes ein Tropfen Milchsaft ausgeschieden. Durch physikalische und chemische Ursachen wird die Wirkung des Druckes soweit compensirt, dass ein weiterer Austritt von Flüssigkeit nicht mehr stattfindet, und dass durch die Oxydation des Milchsaftes der Verschluss der Wunde eingeleitet wird. Derselbe wird dann endgiltig durch den erstarrten, einen festen Pfropf bildenden Milchsaft bewirkt. Die Postamentzellen spielen hierbei wahrscheinlich keine Rolle. Eine Beeinflussung seitens der Temperatur hat insofern statt, als bei höherer Temperatur die Intensität des Tröpfchenausflusses grösser ist als bei niedrigerer.

Topographie und biologische Bedeutung der Milchsafthaare.

In den bisherigen Ausführungen ist immer nur davon die Rede gewesen, dass die Milchsafthaare auf den Involucralschuppen der Blütenköpfchen sitzen. Dies bedarf für eine ganze Anzahl der genannten Pflanzen der Erweiterung. Es ist nämlich bemerkenswert, dass diese Organe nicht auf die Involucralschuppen beschränkt sind, sondern auch auf den Stützblättern der Inflorescenzauszweigungen, wo sie Kny[1]) zuerst fand, und, soweit die Verzweigungsachsen mit Bracteen besetzt sind, auch auf diesen vorhanden sind. Sie fehlen jedoch auf den Laubblättern und auf den Stengelteilen vollständig. Die folgende Tabelle soll dazu dienen, eine Übersicht über die Verteilung der Milchsafthaare bei den einzelnen Pflanzen zu geben und zu gleicher Zeit die Verbreitung derselben, soweit sie bis jetzt innerhalb der Gruppe der Cichoriaceen und anderer Pflanzenfamilien bekannt geworden sind, erläutern mit Angabe des jeweiligen Beobachters.

Name der Pflanzen	Die Teile, auf denen Tropfenausscheidung erfolgt		Name des Beobachters.
Lactuca sativa L.	Involucrum	Stützblätter	Carradori, Zander[2])
„ *altissima* Bbrst.	do.	—	Trécul
„ *virosa* L.	do.	do.	Trécul, Kny
„ *Scariola* L.	do.	do.	Trécul, Kny
„ *augustana* All.	do.	—	Trécul
„ *stricta* W. K.	do.	—	Trécul
„ *Dregeana* D.C.	do.	—	Trécul
„ *quercina* L.	do.	—	Trécul
„ *cracoviensis*	do.	—	Trécul
„ *livida*	do.	—	Trécul
„ *perennis* L.	do.	do.	Kny, Zander
Sonchus arvensis L.	do.	—	Kny
„ *oleraceus* L.	do.	—	Kny
„ *asper* Vill.	do.	—	Zander
„ *paluster* L.	do.	—	Zander

[1]) l. c.

[2]) Wo sich in dieser Spalte zwei Namen finden, soll angedeutet werden, dass die Beobachtung des voranstehenden Autors durch die des zweiten erweitert worden ist; es betrifft dies meistens das Vorkommen auf den Stützblättern.

Name der Pflanzen	Die Teile, auf denen Tropfenausscheidung erfolgt		Name des Beobachters.
Mulgedium macrophyllum DC. . . .	Involucrum	Stützblätter	Kny
„ *Plumieri* DC.	do.	do.	Kny
„ *tataricum* L.	do.	do.	Zander
„ *prenanthoïdes*	do.	—	Zander
Prenanthes purpurea L.	do.	do.	Kny
Picris hieracioïdes L.	do.	—	Kny
Lampsana communis L.	do. (?)	—	Kny
Siphocampylus manettiaeflorus . . .			Trécul

Ausser den aufgezählten Arten aus der Gruppe der Cichoriaceen ist ein Hervortreten der Milchsaftgefässe über die Epidermis nur noch bei einer einzigen Lobeliacee, *Siphocampylus manettiaeflorus*, nach Tréculs[1]) Beobachtungen vorhanden. Welcher Art dieselben jedoch sind, ob sie mit den Milchsafthaaren der Cichoriaceen überhaupt vergleichbar sind, ist aus den Angaben des genannten Forschers nicht zu entnehmen, und da, trotz vielfacher Bemühungen, Material von dieser Pflanze nicht zu bekommen war, so kann ich über diesen Punkt nichts Thatsächliches mitteilen. Der Umstand, dass sich diese Organe nur auf dem Involucrum der Blütenköpfchen und auf den Stützblättern und Bracteen vorfinden, d. h. entweder auf den reproduktiven Organen oder in unmittelbarer Nähe derselben, den vegetativen dagegen, d. h. in der Region der Laubblätter, völlig fehlen, ist sicherlich sehr bemerkenswert und führt uns zur Bedeutung der Milchsafthaare im Haushalte der Pflanze. Zur Würdigung der Rolle dieser Organe mag hier noch Folgendes Erwähnung finden, was die Zeit des Auftretens der ersten Milchsafthaare betrifft.

In dem Abschnitt, welcher über die Entwicklungsgeschichte der Milchsafthaare handelt, ist schon darauf hingewiesen worden, dass diese Organe in einer verhältnismässig sehr frühen Zeit an den Blütenköpfchen sich vorfinden. Es sind ja bei weitem nicht alle schon voll entwickelt, aber diejenigen, welche an dem Scheitel und den Aussenpartien der Involucralschuppen sitzen, sind bereits funktionsfähig, wenn der Blütenstand erst als gedrängte Knospenmasse vorhanden ist und die Streckung der Internodien gerade im Begriff ist einzutreten. Zu dieser Zeit ist er gewöhnlich nicht mehr von den letzten Blättern, welche auf der Grenze zwischen Laub- und Hochblättern stehen, eingehüllt. So lange letzteres jedoch der Fall ist, und die Anlage des Blütenstandes noch von diesen Blättern umschlossen ist, findet man an der morphologischen Unterseite dieser Hüllblätter sehr zahlreiche Milchsafthaare ausgebildet, und bei der geringsten Berührung spritzt der Milchsaft heraus. Dies gilt für die Pflanzen, deren Milchsafthaare nach dem *Lactuca*-Typus gebaut sind, im allgemeinen. Bei *Lactuca virosa* machte ich nun folgende, interessante Beobachtung. Während in dem soeben beschriebenen Zustande der Blütenstand ungefähr noch von den letzten Blättern umhüllt ist, finden sich auf deren Unterseite Milchsafthaare in reichlicher Menge vor. Mit zunehmender Streckung der Internodien treten mehr und mehr seitliche Knospengruppen aus dieser sich jetzt nach unten zurückschlagenden

[1]) l. c. pag. 75.

Hülle heraus. Schliesslich, wenn der Blütenstand seine volle Grösse ziemlich erreicht hat, ist in den Achseln dieser ursprünglichen Hüllblätter noch eine Knospe vorhanden, die sich später zu einem Seitentriebe entwickeln kann. Das Blatt selbst ist grösser geworden, hat allmählich den vollkommenen Charakter der Laubblätter angenommen und ist von den übrigen nicht mehr zu unterscheiden. Während dieser Zeit ist nun auch in Bezug auf die Milchsafthaare eine bemerkenswerte Veränderung vor sich gegangen. Sie sind verschwunden. Wie erklärt sich dies? So lange das Blatt die jungen Teile des Blütenstandes umhüllte, war es mit einer grösseren Zahl von Milchsafthaaren besetzt. Im Laufe der Zeit sind dieselben durch äussere Insulte abgebrochen worden. Je mehr nun der Blütenstand an Kraft und Resistenz zunahm, und je mehr die zarten Knospenanlagen aus dem Bereiche des schützenden Hüllblattes sich entfernten, um so weniger war es von Nutzen für die Pflanze, neue Milchsafthaare an demselben auszubilden. Da die Stengelteile sich selbst zu schützen imstande waren, bedurften sie keines anderweitigen Schutzes von seiten des Blattes mehr und die Neubildung von Milchsafthaaren unterblieb. In der That ein eklatantes Beispiel zur Erläuterung der Beziehungen der Pflanze zur Aussenwelt und der Funktion der Milchsafthaare; andererseits aber auch dafür, dass das Aufhören der Schutzbedürftigkeit den Fortfall von Schutzeinrichtungen zur Folge hat.

Die morphologischen Verschiedenheiten des Blütenstandes der *Sonchus*-Arten erklären die Abweichungen, die bei dieser Gattung vorhanden sind, auf einfache Weise. Bei den *Sonchus*-Arten finden wir überhaupt keine Hochblätter in der Art ausgebildet, wie bei denen der Gattung *Lactuca*. Die Köpfchenanlagen sitzen dicht gedrängt um die oberen Stengelpartien in der Achsel eines Laubblattes. Auf diesem findet man nie Milchsafthaare. Dagegen sind die flach tellerförmigen Köpfchen, noch ehe sie den zehnten Teil ihrer endgiltigen Grösse erreicht haben, an der äusseren, vom Stengel abgewandten flachen Seite massenhaft mit Milchsafthaaren auf den Spitzen der Involucralschuppen besetzt, welche zu dieser Zeit schon vollkommen funktionsfähig sind.

Es ist bezeichnend, dass einesteils die Milchsafthaare auf dem Hüllblatte nur so lange vorhanden sind, als die Blütenstandsanlage der Zerstörung durch äussere Angriffe besonders ausgesetzt ist, andererseits, dass, wo Hüllblätter nicht vorhanden sind, die nach aussen gekehrten Partien der Köpfchenanlagen schon reichlich mit solchen versehen sind. Es kann dies nicht anders erklärt werden, als dass die Milchsafthaare spezifische Organe darstellen, welche diese Angriffe verhindern sollen, d. h. dass sie als Schutzvorrichtung gegen dieselben aufzufassen sind.

Ein anderer Punkt, der hier Erwähnung verdient, ist die Wechselbeziehung zwischen dem Vorhandensein von Milchsafthaaren und Trichomen anderer Art auf demselben Involucralblatt. Wie schon in einem früheren Abschnitt erwähnt wurde, finden sich neben den Milchsafthaaren auch andere Trichomgebilde auf demselben Hüllblatt vor, und zwar grosse, langgestielte Drüsenhaare bei *Mulgedium macrophyllum* D.C. und *Sonchus arvensis* L., sowie eigenartige, haken- oder ankerförmig an den Spitzen umgebogenen Krallenhaare bei *Picris hieracioïdes* L. Fasst man die gegenseitige Lagerung beziehungsweise Anordnung dieser Trichomgebilde und der Milchsafthaare ins Auge, so findet man stets, dass die langen, vielzelligen Trichome eine unverkennbare Neigung haben, von der Mittelrippe und den unmittelbar angrenzenden Teilen der Spreite auszugehen, die Milchsafthaare dagegen die lateralen und Randpartien bevorzugen. Je mehr von der Fläche einer Hüllschuppe durch eine andere gedeckt wird, um so weniger zahlreich sind im allgemeinen die vielzelligen Haare, und auf den innersten, die Blüten unmittelbar umgebenden Schuppen finden sie sich nur vereinzelt und teilweise gar nicht mehr, während die Milchsafthaare hier auf den acroscopen Partien noch in stattlicher Menge vorhanden sind.

In Anbetracht des Umstandes, dass die Milchsafthaare überhaupt im grossen und ganzen nur an solchen Stellen sich vorfinden, welche gegen die äussere Umgebung nicht anderweitig geschützt sind, kann man unter Berücksichtigung ihres Mechanismus von vornherein schon auf den Gedanken kommen, dass sie dem Schutze der von ihnen besetzten Teile und Organe dienen. Es ist wohl zweifellos, dass es sich hier nur um Schutzvorrichtungen gegen Angriffe seitens der Tierwelt handeln kann, was von den älteren Autoren auch schon zum Teil berücksichtigt worden ist. Eine einigermaassen umfassende Darstellung über die Beziehungen der Pflanze zur Tierwelt und der von derselben ausgebildeten Einrichtungen gegen tierische Angriffe und Beschädigungen, besonders gegen Schneckenfrass, ist von Stahl in seiner vielgenannten Schrift „Pflanzen und Schnecken" gegeben worden, und es lässt sich nicht leugnen, dass die Milchsafthaare Schutzvorrichtungen in diesem Sinne sind. Nach seinen Untersuchungen werden Teile von Blättern, welche Gerbstoffe enthalten, von den Schnecken nicht gefressen und auch auf künstliche Weise mit solchen imprägnirte Möhrenscheiben nicht berührt. Dies stimmt mit den Verhältnissen, wie sie bei den vorliegenden Pflanzen sich finden, wohl überein. In den Epidermiszellen einiger Arten sowie in den Haaren finden sich Gerbstoffvakuolen, und bei *Picris hieracioides* sind die Zellen des Haarapparates durch das Vorhandensein der letzteren vor den übrigen Epidermiszellen besonders ausgezeichnet. Doch nicht gegen Schneckenfrass allein können die Milchsafthaare einen wirksamen Schutz bieten, sondern wie einige Beobachtungen zeigen, auch gegen Beschädigung durch andere Tiere, besonders durch Insekten.

Häufig habe ich beobachtet, dass Fliegen und wespenartige Tiere sich auf den Involucralschuppen niederliessen, aber sofort wieder davonflogen, weil sie ein Milchsafthaar verletzt hatten. Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass sie durch den ausgetretenen Milchsafttropfen und die ihnen unangenehmen Eigenschaften dieser Flüssigkeit vertrieben worden sind. Da bekanntlich die Insekten an warmen Tagen viel ausgiebiger schwärmen als an kühlen, so hängt damit vielleicht auch der früher erwähnte Umstand zusammen, dass die Intensität des Tröpfchenausflusses bei höherer Temperatur grösser ist. Ausserdem steht hiermit auch noch etwas anderes in Zusammenhang; an den mit Milchsafthaaren ausgestatteten Pflanzen ist es mir bisher niemals vorgekommen, dass die bereits Samen ansetzenden Köpfchen von Insektenlarven heimgesucht waren, welche dieselbe ausgefressen hätten. Dagegen beobachtet man bei *Taraxacum officinale* und *Tragopogon spec.* sehr häufig, dass in den Samen bildenden Köpfchen Larven leben, welche die Samenanlagen ausfressen und dadurch die Bildung einer neuen Pflanzengeneration verhindern. Diese Beispiele führe ich deshalb an, da aus ihnen hervorgeht, dass das Vorhandensein von Milchsaft in der Pflanze durchaus noch kein direkter Beweis dafür ist, dass dieselbe von Tierfrass verschont bleiben muss, d. h. dass die Funktion dieser Gefässe nicht absolut als die einer Schutzvorrichtung angesehen werden kann. Das Verschontbleiben von Insektenlarven stimmt offenbar mit den oben erwähnten Thatsachen überein, dass die Insekten durch den Milchsaftausfluss am Ablegen ihrer Eier gehindert werden, was natürlich zur Folge hat, dass sich auch keine Larven in den Fruchtköpfchen entwickeln können.

Es findet nun auch das Nebeneinandervorkommen von Milchsafthaaren und anderen Trichomen seine Erklärung, wenn man mit Stahl ein Vikariiren von verschiedenen Schutzmitteln chemischer Natur sowohl als auch mechanischer Art annimmt, eine Ansicht, der ja nichts im Wege steht.

Alles in allem genommen zeigt sich zur Evidenz, dass die Milchsafthaare ein äusserst wirksames Schutzmittel der Pflanze gegen Angriffe und Verletzungen von seiten der Tiere bilden. Besonders hervorzuheben ist meiner Überzeugung nach der Umstand, dass diese spezifischen Schutzeinrichtungen bei den untersuchten Arten an und in unmittelbarer Nähe der reproduktiven Organe auf-

treten, während die vegetativen Teile derselben völlig entbehren. Es beweist das wiederum, dass die Erhaltung der Art im Vordergrunde der Bestrebungen der Natur steht, und dass durch besondere Einrichtungen dieses Prinzip in jeder Weise gefördert und unterstützt wird. Zum Beweise dafür, dass in der That im Kampfe ums Dasein der Stärkere im Recht ist, erinnere ich nur an das Verbreitungsgebiet einiger der genannten Arten, z. B. *Lactuca Scariola* und *Sonchus arvensis*. Sie haben sich von den Ländern der alten Welt auch auf die der neuen ausgedehnt und bilden überall ein lästiges, unausrottbares Unkraut. Das hängt offenbar mit der oben angeführten Thatsache zusammen, dass ihre Samen nicht schon auf der Mutterpflanze durch Feinde aus der Tierwelt teilweise zerstört werden, sondern dass sie sich in voller Zahl entwickeln und reifen können und somit den Ausgangspunkt zu einer neuen, zahlreichen Generation abgeben.

Erklärung der Tafeln.

Die Figuren der Tafel II geben einige Photographien wieder, welche der Erläuterung des Gefässbündelverlaufes in den verschiedenen Involucralschuppen eines Köpfchens und der durch denselben bedingten Verteilung der Milchsafthaare dienen sollen.

Die Photographien sind mit der von Zeiss konstruirten Camera nach Francotte hergestellt unter Benutzung der Objektive I und II von Himmler oder O von Seibert. Die Aufnahmen wurden teils mit teils ohne Ocular bei Gaslicht nach in Glyceringelatine liegenden Präparaten ausgeführt. Die Natur der Objekte brachte es mit sich, dass sich eine absolut gleichmässige Schärfe in allen Teilen der Bilder nicht erzielen liess. Die Vergrösserung ist nicht bei allen Figuren dieser Tafel genau bestimmt und schwankt zwischen 10—25mal. Die Figuren der ersten Tafel sind sämtlich mit der Camera lucida nach Oberhäuser gezeichnet, mit Ausnahme der Fig. 7, welche der Kny'schen Arbeit entlehnt ist.

In allen Figuren kehren folgende Abkürzungen wieder:
h = Haarzelle, p = Postamentzelle, m = Milchsaftgefäss, o E = Epidermis der Oberseite, u E = Epidermis der Unterseite.

Tafel I.

Figg. 1—6. Lactuca virosa L.

Fig. 1. Oberflächenansicht eines Milchsafthaares mit seinen Postamentzellen (470 : 1).

Fig. 2. Längsschnitt senkrecht zur Oberfläche einer halberwachsenen Involucralschuppe. Die pericline Wand der Haarzelle und Postamentzelle zeigt noch keine Perforation (940 : 1).

Fig. 3. Längsschnitt senkrecht zur Oberfläche einer noch jugendlichen Involucralschuppe. Das Milchsaftgefäss bei *a* im Entstehen begriffen, *b* eine Perforation; sonst wie Fig. 2 (940 : 1).

Fig. 4. Längsschnitt senkrecht zur Oberfläche einer sehr jungen Involucralschuppe. *a* die eine Zelle der jugendlichen Haaranlage (s. Text p. 13) (940 : 1).

Fig. 5. Wie Fig. 4. *a* die beiden in einer Ebene liegenden Zellen einer jungen Haaranlage (s. Text p. 13) (940 : 1).

Fig. 6. Schnitt parallel zur Oberfläche einer jungen Involucralschuppe. Der Haarapparat ist soeben durch Teilung aus einer Epidermiszelle hervorgegangen (940 : 1).

Figg. 7—9. Lactuca Scariola L.

Fig. 7. Wiedergabe der Kny'schen Figur. Beide Postamentzellen sind getroffen. Die Fortsetzung der Haarzelle bei *a* entspricht der anticlinen Wand der auf den Beschauer zu liegenden Epidermiszelle (640 : 1).

Fig. 8 a und b. Zwei unmittelbar auf einander folgende Tangentialschnitte eines und desselben Haarapparates (s. Text p. 16) (940 : 1).

Fig. 9. Tangentialansicht des Haarapparates. Der innere Contour *a* entspricht der Erhebung der Haar- und Postamentzellen über das Niveau der übrigen Epidermiszellen (940 : 1).

Figg. 10—14. Lactuca sativa L.

Fig. 10. Oberflächenansicht zweier Haarapparate (470 : 1).

Fig. 11. Längsschnitt senkrecht zur Oberfläche einer jungen Involucralschuppe. *a:* zwei in einer Ebene liegende Zellen des Haarapparates (940 : 1).

Fig. 12. Wie Fig. 11. Die Haarzelle hat sich etwas über das Niveau der übrigen erhoben (940 : 1).

Fig. 13 und 14. Weiter vorgeschrittene Stadien (940 : 1)

Figg. 15—16. Mulgedium macrophyllum D.C.

Fig. 15. Längsschnitt senkrecht zur Oberfläche einer Involucralschuppe. Ein ausgewachsenes Milchsafthaar *a:* Perforation der periclinen Wand der Postamentzelle, *b:* Perforation der anticlinen Wand zwischen Postament- und Haarzelle (940 : 1)

Fig. 16. Wie Fig. 15. Ziemlich erwachsenes Milchsafthaar; die Perforationen sind jedoch noch nicht eingetreten (940 : 1).

Figg. 17—19. Mulgedium Plumieri D.C.

Fig. 17. Oberflächenansicht eines Haarapparates (470 : 1).

Fig. 18. Oberflächenansicht eines Haarapparates; zwei Haarzellen unmittelbar neben einander h und h' (470 : 1).

Fig. 19. Längsschnitt senkrecht zur Oberfläche einer Involucralschuppe; die Haarzelle ist im Wachstum begriffen (940 : 1).

Prenanthes purpurea L.

Fig. 20. Längsschnitt senkrecht zur Oberfläche durch die Randpartie einer Hüllschuppe. Das Milchsafthaar ist vollständig erwachsen. *a:* Perforation der periclinen Wand der Postamentzelle (940 : 1).

Figg. 21—27. Sonchus asper Vill.

Fig. 21. Längsschnitt durch ein erwachsenes Milchsafthaar *a:* die Perforation seiner periclinen Wand (940 : 1).

Fig. 22. Oberflächenansicht eines Milchsafthaares ohne Postamentzellen (470 : 1).

Fig. 23. Oberflächenansicht einer jungen Haaranlage (940 : 1).

Fig. 24. Längsschnitt senkrecht zur Oberfläche einer jungen Involucralschuppe. Erste Anlage eines Milchsafthaares (1300 : 1).

Fig. 25. Wie Fig. 24. Etwas älteres Stadium. In der subepidermalen Schicht beginnt die Bildung eines Milchsaftgefässes (940 : 1).

Fig. 26. Weiter entwickeltes Stadium als Fig. 25 (940 : 1).
Fig. 27. Junges Milchsafthaar aus der basalen Wachstumszone einer fast erwachsenen Involucralschuppe im Längsschnitt. *a*: die bereits eingetretene Perforation der periclinen Wand (1300 : 1).

Sonchus oleraceus L.

Fig. 28. Oberflächenansicht der Ansatzstelle eines Milchsafthaares (470 : 1).

Picris hieracioïdes L.

Fig. 29. Oberflächenansicht eines Milchsafthaares (470 : 1).

Tafel II.

Figg. 1—3. Lactuca virosa L.

Fig. 1. Involucralschuppe des äusseren Kreises (s. Text p. 9 f.) (25 : 1).
Fig. 2. „ „ mittleren „
Fig. 3. „ „ innersten „

Figg. 4—5. Lactuca sativa L.

Fig. 4. Involucralschuppe des äusseren Kreises.
Fig. 5. „ „ innersten „

Fig. 6. Lactuca perennis L.

Involucralschuppe des äusseren Kreises (25 : 1).

Figg. 7—9. Mulgedium Plumieri D.C.

Fig. 7. Involucralschuppe des äusseren Kreises.
Fig. 8. „ „ mittleren „
Fig. 9. „ „ inneren „

Figg. 10—12. Sonchus oleraceus L.

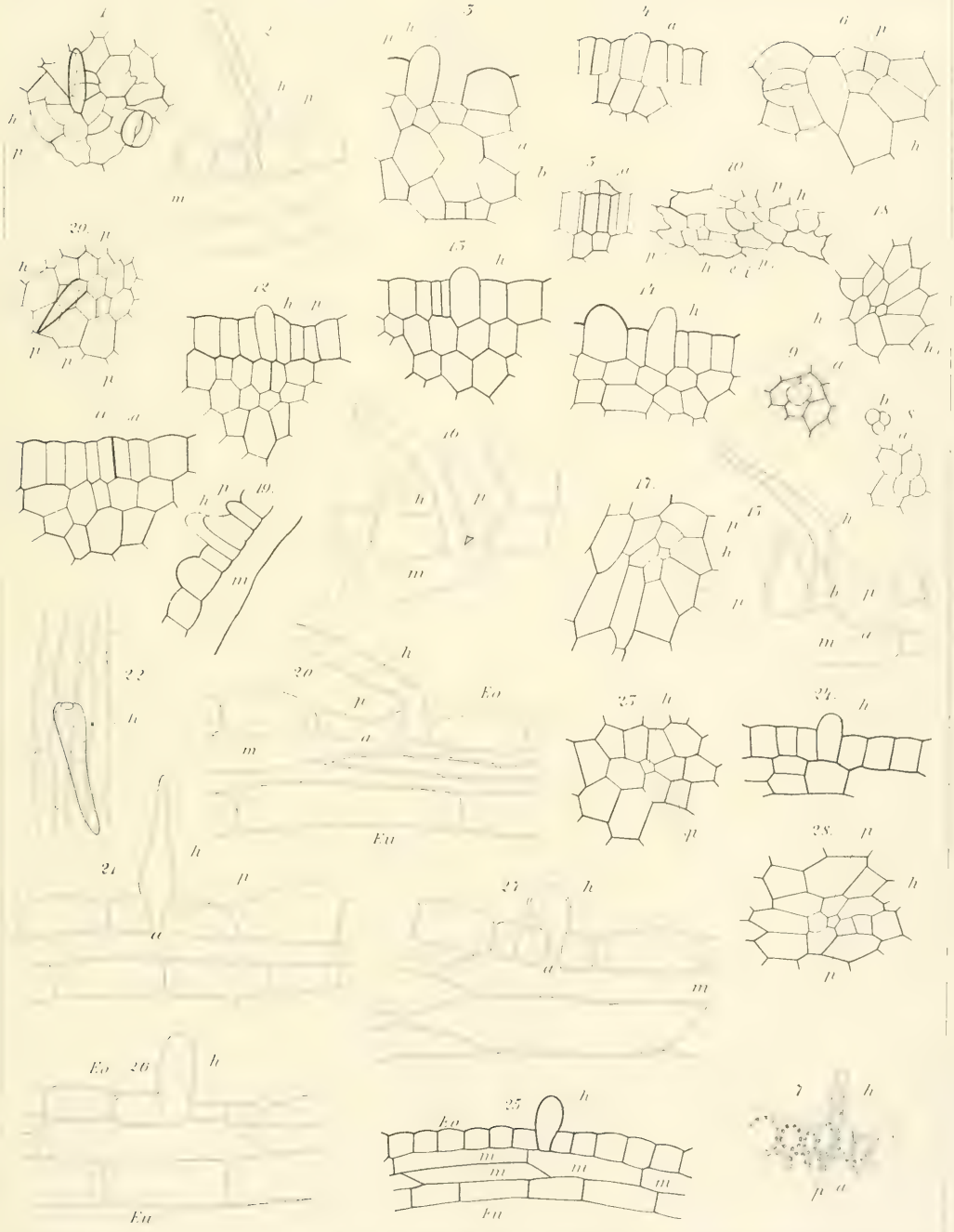
Fig. 10. Involucralschuppe des äusseren Kreises (12 : 1).
Fig. 11. „ „ mittleren „
Fig. 12. „ „ inneren „

Figg. 13—14. Prenanthes purpurea L.

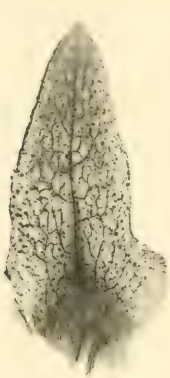
Fig. 13. Involucralschuppe des äusseren Kreises.
Fig. 14. „ „ inneren „

Picris hieracioïdes.

Fig. 15. Eine Involucralschuppe mit Ankerhaaren. Dieselben sind auf der Mittelrippe und den unmittelbar angrenzenden Teilen inserirt, während die lateralen Partien der Spreite frei bleiben.



Eckstein & Stahle, Lith. Anst., Stuttgart

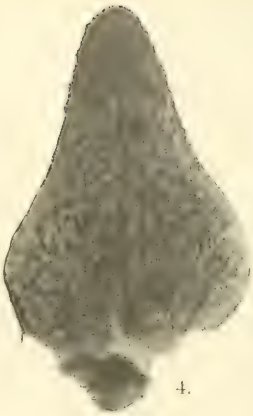


1.

2.

3.

5.



4.

7.

9.

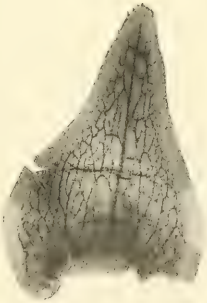
10.

11.

12.

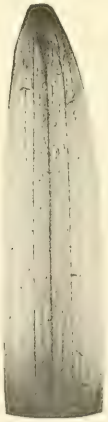
8.

15.



6.

13.



14.

R. Zander phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Prof. Dr. B. Frank**

Königsberg i./Pr. Berlin.

Inhalt der einzelnen Hefte:

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. H.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. I. Theil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.,** Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil,** Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II. Theil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg,** Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 färb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter,** Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farb. Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.,** Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.,** Blüthenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 20 Mark.
22. **Karsten, G.,** Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen. Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.,** Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.,** Ueber die Rindenknollen der Rothbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von,** Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
27. **Buchenau, Prof. Dr. Fr.,** Ueber den Aufbau des Pahmet-Schilfes aus dem Caplande. (Prionium serratum Drège.) Mit 3 teilweise colorierten Tafeln. Preis 18 Mark.
28. **Luerssen, Prof. Dr. Chr.,** Beiträge zur Kenntniss der Flora West- und Ostpreussens. I.—III. Mit 23 Tafeln Preis 65 Mark.
29. **Pohl, Dr. Jul.,** Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Mit 4 Tafeln. Preis 8 Mark.
30. **Elfert, Dr. Th.,** Ueber die Auflösungsweise der secundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
31. **Groppler, Dr. Rob.,** Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Mit 4 Tafeln. Preis 12 Mark.
32. **Jungner, J. R.,** Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Mit 3 Tafeln. Preis 10 Mark.
33. **Mäule, C.,** Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung. Mit 2 Tafeln. 1895. Preis 8 Mark.
34. **Jarius,** Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung. Mit 1 Tafel. 1896. Preis 7 Mark.
35. **Schlickum, A.,** Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen. Mit 5 Tafeln. 1896. Preis 24 Mark.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank in Berlin.

Heft 38.

Über Aufbau und Entwickelung einiger Fucaceen

von

Eduard Gruber.

Mit 7 Tafeln.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1896.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 38.

Über Aufbau und Entwickelung einiger Fucaceen

von

Eduard Gruber.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Über

Aufbau und Entwickelung

einiger Fucaceen

von

Eduard Gruber.

Mit 7 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Einleitung.

Schon eine grosse Zahl von Forschern hat sich mit der systematischen Beschreibung der in vielen Beziehungen so interessanten Algenfamilie der Fucaceen beschäftigt, die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen erstreckten sich jedoch fast nur auf die in europäischen Gewässern heimischen Arten, da es für die genauere Bearbeitung der ausländischen Formen meist an geeignetem Alkoholmaterial fehlte.

Auch Letztere zu studieren, bot sich mir Gelegenheit durch Alkoholmaterial, welches Herr Prof. Schmitz von Herrn Baron F. v. Müller erhielt und weiterhin Herrn Prof. Oltmanns zur Verfügung stellte, welcher es dann mir zur Untersuchung übergab.

Weiteres Material erhielt ich auf meine Bitte noch direkt von Herrn Baron v. Müller und ausserdem sandte mir Mr. Trow in Cardiff noch eine grössere Menge Bifurcaria.

Die botanischen Institute zu Strassburg und Hamburg lieferten in bereitwilligster Weise Herbarmaterial, welches aber nur in geringerem Masse herangezogen wurde, da die Gewebe durch das Trocknen so stark schrumpfen und die weichen Teile gequetscht werden, dass Genaues nicht zu sehen ist.

Schliesslich stellte mir noch Herr Major Reinbold in Itzehoe einige getrocknete Exemplare von Landsburgia, Myriodesma und Coccophora zur Verfügung.

Obengenannten Instituten und allen denjenigen, welche mich durch Übersendung von Material in meiner Arbeit unterstützten, vor allem aber Herrn Prof. Oltmanns, der mir jederzeit mit seinem Rate zur Seite stand, gestatte ich mir an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Zum Zweck der mikroskopischen Untersuchung wurden einzelne Teile der mir zur Verfügung stehenden Exemplare in verdünnten Alkohol eingelegt, dann im Dialysator entwässert, aus dem absoluten Alkohol in Xylol gebracht und schliesslich in Paraffin eingebettet.

Aus den eingebetteten Objekten wurden mittelst Mikrotoms Serien von 10 μ Dicke geschnitten. Versuche, auch Schnitte von 5 μ zu erhalten, scheiterten meist an dem Umstand, dass der von den meisten der untersuchten Arten, hauptsächlich in der Scheitelgrube ausgeschiedene Schleim, durch das Alkoholverfahren sehr stark erhärtet wurde und beim Schneiden die zarten Gewebe, wie sie sich besonders an den Scheitelpartien befinden, zerriss. Jedoch gaben auch dickere Schnitte ausreichend klare Bilder.

Die Schnitte wurden mit Agar-Agar aufgeklebt und in Alkohol untersucht, um erst später gefärbt zu werden.

Was die Litteratur über die Fucaceen anbelangt, so sehe ich davon ab, eine vollständige Übersicht über dieselbe zu geben. Für meine Untersuchungen kamen hauptsächlich die Arbeiten von Oltmanns [1]), E. S. Barton [2]), M. O. Mitchell [3]), F. G. Whitting [4]) und A. Lorrain Smith [5]) in Betracht, ausserdem die Systematik von J. G. Agardh [6]) und Kjellmann [7]), und die Abbildungen von Kützing [8]) und Harvey [9]).

Einzelheiten daraus, sowie die übrige einschlägige Litteratur sollen bei den einzelnen Kapiteln besprochen werden.

---

[1]) Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen, Bibl. botanica, Heft 14. 1889.
[2]) Xiphophora, Murray's Phycological Memoirs, Part II, Nr. VI. 1893.
[3]) Splachnidium, ebend. Part I. Nr. 1, Notheia, ebend. Part II, Nr. VI.
[4]) Splachnidium, ebend. Sarcophycus, ebend. Part II, Nr. VI.
[5]) Seirococus, Coccophora, ebend. Part II, Nr. VI.
[6]) Species, genera et ordines Algarum, vol. 1. 1848.
[7]) Fucaceae, Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, I. Teil, 2. Abt. 1897.
[8]) Tabulae Phycologicae, Bd. 10—11, Nordhausen, 1860—61.
[9]) Phycologia australica, 1858—63.

I. Durvilleae.

Bevor ich an die Beschreibung der von mir untersuchten Gattungen gehe, möchte ich, der Vollständigkeit halber, einige Worte über die unter den Fucaceen wohl den phylogenetisch tiefsten Platz einnehmenden Formen, *Durvillaea*, *Sarcophycus*, *Ecklonia* und *Splachnidium*, vorausschicken.

Die erstere wurde von Grabendörfer[1]) genauer untersucht. Sie besteht aus grossen, unterhalb stammähnlichen, stielrunden, oberhalb flach handförmig geteilten, in lange peitschenförmige Zipfel auslaufenden Sprossen. Ein Vegetationspunkt ist nicht zu erkennen.

Die Conceptakeln sind über den ganzen Spross zerstreut. Die Oogonien enthalten 4 Eier.

Zu *Durvillaea* werden meist die mit ihr Ähnlichkeit zeigenden Gattungen *Sarcophycus* und *Ecklonia* gerechnet.

Ersterer wurde von F. G. Whitting[2]) untersucht und beschrieben und die von diesem gefundene Thatsache, dass die 4 Eier enthaltenden Oogonien zum Teil auf verzweigten haarähnlichen Organen sitzen, was noch bei keiner andern Fucacee beobachtet wurde, spricht auch dafür, dass diese Gattung als eine entwicklungsgeschichtlich niedrige Fucaceenform anzusehen ist.

Die drei Gattungen zeigen im Aussehen grosse Ähnlichkeit mit den Laminarien, weshalb sie auch von Oltmanns *Laminariaeformes*[3]) genannt werden. Nach diesem Autor stellen sie die älteste Gruppe dar, einen schon früh abgezweigten Nebenast des Hauptstammbaumes, dessen Anschluss an die andern Formen vorläufig nicht sicher zu ermitteln ist.

Was nun die Gattung *Splachnidium* anbelangt, so scheint es mir nach den von M. O. Mitchell und F. G. Whitting[4]) gemachten Angaben wahrscheinlich, dass dieselbe gar nicht zu den Fucaceen zu rechnen ist, sondern eine Zwischenstellung zwischen diesen und den Laminariaceen einnimmt. Doch lässt sich hierüber nichts Bestimmtes sagen, ehe nicht weitere Untersuchungen Klarheit in die höchst eigentümlichen Bau- und Wachstumsverhältnisse dieser Pflanze gebracht haben.

[1]) Beiträge zur Kenntnis d. Tange. Bot. Ztg. 1885.
[2]) Murray's Phycological Memoirs, Part II, Nr. VI. 1893.
[3]) l. c. p. 71.
[4]) Murray's Phyc. M. Part I, Nr. I. 1892.

II. Hormosiragruppe.

a. Hormosira.

Die Pflanze besteht, wie bekannt, aus meist gabelig, zuweilen auch allseitig verzweigten Sprossen, an welchen kugelige, hohle, je nach der Varietät mehr oder weniger aufgetriebene Abschnitte mit massiven, rel. kurzen abwechseln. Die Sprosse erhalten dadurch das Aussehen eines Rosenkranzes.

In Fig. 1, Taf. I ist ein Habitusbild eines Stückes von *Hormosira Banksii* var. *Labillardieri* gegeben. Wir sehen darauf, dass die Gabelung nicht nur in einer, sondern abwechselnd in zwei auf einander senkrechten Ebenen erfolgt. Über die aufgetriebenen Abschnitte des Sprosses sind in unregelmässiger Anordnung Conceptakeln und Haargruben verteilt, was Fig. 2, Taf. I auf einem halbschematischen Längsschnitt durch den obersten Teil eines Sprosses zeigt. Auf der gleichen Figur bemerken wir am Scheitel eine flache Grube, in deren Grund, wie wir im folgenden sehen werden, nicht nur eine, sondern mehrere Scheitelzellen liegen.

Der jüngste in der Figur gezeichnete Sprossabschnitt ist schon ziemlich stark aufgetrieben, die zentrale Gewebeschicht auseinandergerissen, jedoch sieht man durch den Hohlraum noch Zellfäden sich hindurchziehen. Der Hohlraum ist begrenzt von einem grosszelligen von Hyphen durchwachsenen Gewebe, an welches sich gegen die Peripherie zu ein mehrschichtiges Rindengewebe anschliesst.

Auf Querschnitten finden wir, dass der zentrale Hohlraum gegen die Basis und gegen den Scheitel der kugeligen Sprosse zu in drei, bezw. vier Buchten ausläuft (Fig. 9 u. 10, Taf. I).

Betrachten wir jetzt Querschnitte durch den Scheitel, so liefert eine grosse Zahl übereinstimmend Bilder, wie die in Fig. 3 u. 4, Taf. I wiedergegebenen. Fig 3 stellt den am häufigsten vorkommenden Fall dar. Von der Mittelachse des Sprosses, bezw. von dem Mittelpunkt der Scheitelgrube, strahlen ungefähr unter rechtem Winkel vier ziemlich stark verdickte Membranen aus. Dieselben sind im Gewebe bis ziemlich weit vom Scheitelpunkt, sowohl gegen die Peripherie zu, als auch basalwärts zu erkennen. Verfolgt man sie in letzterer Richtung auf Schnittserien weiter, so findet man, dass eine jede von ihnen schliesslich am Rande eines der oben genannten Hohlräume endet, wie auf Fig. 9, Taf. I abgebildet. Diese vier Hohlräume erweitern sich beim Heranwachsen der Pflanze und gehen schliesslich ineinander über, auf diese Weise den grossen zentralen Hohlraum bildend.

Fahren wir nun in der Betrachtung von Fig. 3 Taf. I fort, so finden wir zwischen den vier Membranen vier Zellen, (sie sind mit S_{1-4} bezeichnet) welche sich durch ihre Grösse und reichlichen protoplasmatischen Inhalt vor ihrer Umgebung auszeichnen. Fig. 5, Taf. I giebt einen Längschnitt wieder, auf welchem zwei der genannten Zellen getroffen sind. Über denselben sieht man einen von der Scheitelregion ausgeschiedenen Schleimpfropfen.

Dass wir es im vorliegenden Fall mit einer Gruppe von vier Scheitelzellen zu thun haben, welche gleichzeitig und gleichmässig wachsen, geht wohl am besten aus der Art ihrer Segmentierung und aus den Vorgängen bei der Gabelung des Sprosses hervor.

Die vier Zellen bilden im Querschnitt zusammen gewissermassen eine in vier gleiche Abschnitte geteilte Halbkugel, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt der Scheitelgrube zusammenfällt.

Die Segmentierung der vier Zellen lässt sich wohl am besten an der Hand der Fig. 3 und 4, Taf. I verfolgen. Darnach scheint der Vorgang in der Regel wie folgt vor sich zu gehen.

Nehmen wir an, die Zelle OAB in Fig 3 sei eine der vier Scheitelzellen gewesen, so wurde zuerst die der Seite AB, bezw. der Peripherie der Halbkugel parallele Wand a angelegt. Das durch dieselbe abgeschnittene Stück wurde hierauf durch Wände in radiärer Richtung b und Basalwände c (Fig. 5) weiter zerlegt, worauf in den so neu gebildeten Zellen wiederum periphere Wände d angelegt wurden.

Die vier Scheitelzellen ändern während des Teilungsvorgangs ihre Lage um den Mittelpunkt nicht.

Auch wenn nur drei Scheitelzellen vorhanden sind, scheint die Segmentierung der eben beschriebenen analog zu verlaufen, wie sich aus Fig. 4, Taf. I ersehen lässt. In Zelle OAB ist a ebenfalls die erste, d die zweite periphere Wand, während die radiären Wände mit b bezeichnet sind.

Befinden sich nur drei Scheitelzellen am Scheitel, so sind auch nur drei verdickte Membranen und drei Hohlräume vorhanden, wie Fig. 10, Taf. I zeigt.

Fragen wir uns nun, wie die Gabelung des Sprosses vor sich geht, so ist der Vorgang aus den Figuren 6, 7, und 8, Taf. I einigermassen zu verstehen, wenn auch volle Sicherheit nicht vorhanden ist. Aus Bildern wie Fig. 6 lässt sich schliessen, dass die Scheitelzellen S_2 und S_4 durch radiäre Wände zunächst halbiert werden. So entsteht eine Gruppe teilungsfähiger Zellen, welche die Scheitelzellen S_1 und S_3 von einander trennt. Im weiteren Verlauf müssen dann S_1 und S_3 zu einer normalen Gruppe von vier resp. drei Scheitelzellen ergänzt werden. Diese Ergänzung dürfte durch weitere Teilung von S_2 und S_4 erfolgen, während S_1 und S_3 daran keinen Anteil haben. Ich schliesse das aus Fig. 7, welche wohl eine etwas ältere Stufe als Fig. 6 darstellt. Zwar sind die Segmentierungen hier etwas anders erfolgt und zeigen, dass nicht immer alles nach bestimmtem Schema verläuft, aber man sieht doch bereits, dass sich links eine Gruppe von vier Scheitelzellen zu differenzieren beginnt.

Dass die Zeichnungen thatsächlich beginnende Verzweigungen wiedergeben, schliesse ich auch daraus, dass die Scheitelgruben etwas in der Querrichtung gestreckt erscheinen.

Die nächst ältere Stufe, welche aufgefunden wurde, zeigt Fig. 8, Taf. I. Aus ihr ergiebt sich, dass die Scheitelzellgruppen nach ihrer Konstituierung auseinanderrücken, wobei die S_1 und S_3 verbindende verdickte Membran noch längere Zeit deutlich wahrnehmbar bleibt.

Erfolgt nun die nächste Gabelung in einer zu der eben beschriebenen senkrechten Richtung, so müssen S_1 und S_3 und die ihnen gegenüberliegenden neuen Scheitelzellen geteilt werden, während die den Zellen S_2 und S_4 in Fig. 3 entsprechenden Zellen auseinanderrücken.

Wie sich der Vorgang der Verzweigung bei drei Scheitelzellen abspielt, konnte ich leider nicht verfolgen, da ich nicht die geeigneten Stadien fand, obgleich eine grosse Zahl von Schnittserien durch Vegetationspunkte angefertigt wurden; doch wäre es nicht ganz undenkbar, dass

die drei Zellen nach drei Richtungen auseinanderrückten und auf diese Weise die manchmal beobachtete Dreiteilung der Sprosse zustande käme.

Mögen auch die Modalitäten der Verzweigung nicht in allen Einzelheiten klar sein, soviel ist nach dem im Vorstehenden Mitgeteilten sicher, dass wir es bei *Hormosira* mit einer Gruppe von Scheitelzellen zu thun haben.

Den Entwicklungsgang von Hormosira konnte ich leider nicht von Anfang an verfolgen, da sich bei dem mir zur Verfügung stehenden Alkoholmaterial keine Keimlinge befanden, doch wäre es nicht unmöglich, dass derselbe analog demjenigen von Fucus verläuft, wie ihn Oltmanns [1]) beschreibt, und es liesse sich dann die Anwesenheit von vier Scheitelzellen darauf zurückführen, dass *Hormosira* zeitlebens auf derjenigen Stufe bleibt, in welcher sich bei Fucus ebenfalls mehrere Zellen am Scheitel befinden. [2])

Was die eigentümliche Gestalt der Pflanze anbelangt, so dürfte dieselbe wohl dadurch zustande kommen, dass erst die Scheitelregion gegen ihre Umgebung im Wachstum zurück bleibt und der Spross dadurch kugelförmig aufgetrieben wird, während die Scheitelzellen in eine Grube zu liegen kommen, nach einiger Zeit jedoch der umgekehrte Fall eintritt, dass nämlich die Scheitelregion rascher wächst, als ihre Umgebung, dadurch aus der Grube emporgehoben wird, und auf diese Weise der kurze stielförmige Sprossabschnitt entsteht, worauf dann der erste Vorgang sich wiederholt und eine zweite Kugel sich bildet. Je nach der Varietät ist der Unterschied zwischen der Intensität des Wachstums am Scheitel und in den übrigen Teilen des Sprosses grösser oder geringer und dadurch auch der Unterschied zwischen aufgetriebenen und nicht aufgetriebenen Sprossabschnitten.

Die Sexualorgane zeigen keine von der gewöhnlichen Fucaceenform abweichende Gestalt. Die Conceptakeln bezw. Haargruben werden schon sehr nahe am Scheitel angelegt, wie in Fig. 2, Taf. I. angedeutet.

Die Pflanze ist dioecisch. Im Oogonium befinden sich vier Eier. [3])

Bevor nun der Versuch gemacht werden soll, die verwandtschaftliche Stellung von *Hormosira* klarzulegen, wollen wir uns die mit ihr in manchen Punkten Ähnlichkeit zeigende Gattung *Notheia* etwas näher ansehen.

b. Notheia anomala.

Diese kleine, auf *Hormosira* und *Xiphophora* epiphytische (oder schmarotzende?) Alge wurde erst von M. O. Mitchell [4]) genauer beschrieben und dürfte bis jetzt weniger bekannt sein; ich gebe desshalb auf Taf. II, Fig. 1. ein Habitusbild.

Notheia besteht aus wenigen Zentimeter langen, massiven fadenförmigen, radiär, zuweilen wie es scheint, daneben auch dichotomisch verzweigten Sprossen, deren ganze Oberfläche mit Conceptakeln bedeckt ist. Die Pflanzen wurzeln nicht nur, wie Kjellmann angiebt [5]), in älteren Conceptakeln ihrer Wirte, sondern an beliebigen Stellen der Oberfläche, wo eben günstige Keimungsverhältnisse für die Oosporen vorhanden sind. So zeigt uns die halbschematische Fig. 2, Taf. II.

[1]) l. c. p. 9 u. ff.
[2]) Vergl. bei Oltmanns, l. c. die Abbildgn. auf Taf. III.
[3]) Vergl. Abbildg. Kützing, Tab. phyc. X, Taf. 3.
[4]) Murray's Phycological Memoirs Part II, Nr. VI. 1893.
[5]) Engler u. Prantl, l. c.

eine junge Notheiapflanze, welche direkt neben dem Eingang eines Conceptaculums von *Hormosira* wurzelt.

Eine ganz auffallende, auch von M. O. Mitchell richtig erkannte Erscheinung ist nun diejenige, dass die Seitensprosse dem Grund der Conceptakeln entspringen, welche neben diesen Sprossen auch noch Sexualorgane enthalten. Fig. 3, Taf. II. giebt hiervon eine halbschematische Abbildung.

Ich werde im Folgenden noch genauer auf diese Erscheinung zu sprechen kommen.

Betrachten wir zunächst einen Querschnitt durch den Vegetationspunkt der Pflanze, wie er in Fig. 4, Taf. II. wiedergegeben ist, so fällt uns sofort eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Vegetationspunkt von *Hormosira* auf. Wir haben auch hier eine Gruppe von Scheitelzellen und zwar stets drei. Diese heben sich wie bei *Hormosira* durch Grösse und reichlichen protoplasmatischen Inhalt von ihrer Umgebung ab, wenn sie auch im Vergleich zu den Scheitelzellen der übrigen Fucaceen sehr klein sind. Der Vegetationspunkt liegt nicht in einer Scheitelgrube, sondern wie wir uns an einem in Fig. 5, Taf. II. abgebildeten Längsschnitt überzeugen können, ragen die drei Scheitelzellen eher noch etwas über ihre Umgebung empor, so dass der erste Schnitt einer genau senkrecht zur Längsachse des Sprosses geführten Querschnittserie immer nur die drei Scheitelzellen trifft.

In Fig. 4, Taf. II. wurde der zweite Schnitt einer solchen Serie von 10 μ Dicke abgebildet, welcher ausser den drei Scheitelzellen S_1, S_2, und S_3 auch deren erste Segmente zeigt. Der Schnitt ist nicht vollständig rechtwinklig[1]) zur Längsachse geführt, infolge dessen sind auf der einen Seite etwas mehr Segmente getroffen als auf der andern, was jedoch nicht hindert, deren Zugehörigkeit zu den entsprechenden Scheitelzellen zu erkennen.

Wir können auch hier, wie bei *Hormosira* die Scheitelzellen als Ausschnitte einer Halbkugel ansehen. Dann erfolgt die Segmentierung derart, dass zuerst durch periphere Wände (Fig. 4, Taf. II. a) Segmente abgegliedert werden, welche dann durch radiäre Wände (b) und Basalwände (Fig. 5, Taf. II. c) geteilt werden. Die von den lezteren abgeschnittenen Segmente strecken sich, wie wir in Fig. 5, Taf. II. verfolgen können, im weiteren Verlauf des Wachstums in der Längsrichtung, während die nächsten Segmente eine annähernd isodiametrische Gestalt erhalten. Auf diese folgen dann die in radiärer Richtung gestreckten Rindenzellen.

Ich richtete nun meine Untersuchungen vor allem auf die eigentümliche Art der Verzweigung und begann damit, die Anlage der Conceptakeln möglichst genau zu verfolgen. Wie sich dabei herausstellte, spielt sich der letztere Vorgang ziemlich ähnlich ab, wie bei *Halidrys* und *Seirococcus* und zeigt keinerlei Besonderheiten.

Schon nahe dem Scheitel, so in Fig. 6, Taf. II. bei i, bleibt eine Rindenzelle, welche ich nach dem Vorgang Bowers[2]) Initiale nennen will, im Wachstum zurück, während die Nachbarzellen sich stärker teilen. Erstere kommt dadurch in eine Grube zu liegen, beginnt aber bald sich durch Querwände zu teilen (Fig. 7, Taf. II.) und zum Haar auszuwachsen. Dabei löst sie sich von ihren Nebenzellen ab. Dieses Stadium sehen wir in Fig. 6, Taf. II. bei i wiedergegeben. Eine weiter vorgeschrittene Stufe zeigt uns Fig. 8, Taf. II. Das Conceptaculum hat sich

[1]) Absolut genaue Querschnitte sind, wegen der fast immer vorhandenen schwachen Krümmung der Spitze, kaum zu erlangen.

[2]) Quart. Journ. of microsc. science, Vol. XX. 1880.

durch auseinanderrücken der die Initiale begrenzenden Zellen erweitert; seiner Wandung entsprossen weitere Haare, die sich aber durch nichts von dem Initialhaar unterscheiden lassen.

Der obere Teil der Haare wird nun, wie wir aus Fig. 9, Taf. II ersehen, abgeworfen, während die schon vorher durch reichen Protoplasmainhalt auffallenden Basalglieder als flaschenförmige Zellen übrig bleiben und durch ihren dunklen Inhalt scharf hervortreten.

Aus einer (Fig. 3. Taf. II), oder mehreren (Fig. 10, Taf. II) dieser Zellen gehen sehr wahrscheinlich späterhin an der Basis des Conceptaculums Seitensprosse hervor.

Bei der Durchmusterung der durch junge Conceptakeln geführten Schnittserien fand ich den in Fig. 11, Taf. II wiedergegebenen Schnitt. Wir sehen darauf bei J eine der obengenannten flaschenförmigen Zellen durch eine Längswand in zwei gleiche Segmente geteilt, welche, wie es den Anschein hat, durch Querwände bereits je ein Basalsegment abgegliedert haben. Aller Wahrscheinlichkeit nach haben wir hier einen ganz jungen Seitenspross, mit den ersten Teilungsstadien vor uns. Ob in diesem Falle die ursprüngliche flaschenförmige Zelle nur in zwei gleiche Teile geteilt war, oder ob schon drei, die künftigen Scheitelzellen repräsentierende Segmente vorhanden waren, liess sich nicht mit Sicherheit konstatieren, doch fand ich verschiedene Schnitte, in welchen ganz junge Seitensprosse quer getroffen waren; diese zeigten übereinstimmend die drei Scheitelzellen, wie wir sie in Fig. 4. Taf. II kennen lernten.

Ein etwas älteres Stadium sehen wir in Fig. 12, Taf. II. Hier kann kein Zweifel mehr darüber sein, dass wir es mit einem jungen Seitenspross zu thun haben. Wir sehen hier schon deutlich die Scheitelzellen und ihre Segmente, wie wir sie am Vegetationspunkt älterer Sprosse kennen lernten.

Der in Fig. 13, Taf. II abgebildete Spross repräsentiert eine noch etwas ältere Stufe: hier haben sich von den ersten Segmenten der Scheitelzellen bereits Basalsegmente abgegliedert. Neben dem jungen Seitenspross sehen wir eine Anzahl sich durch ihren Inhalt deutlich hervorhebender Zellen, wie sie schon oben beschrieben wurden.

Links neben dem Spross, trägt eine derselben noch ein kurzes Haar.

Diese flaschenförmigen Zellen sind nun wahrscheinlich die Initialen der Oogonien, denn es finden sich zwischen ersteren und den deutlich erkennbaren jungen Oogonien Übergänge.

In Fig. 14, Taf. II ist ein Conceptaculum halbschematisch abgebildet, aus dessen Grund ein junger Seitenspross, wie ihn Fig. 13, Taf. II wiedergiebt, entspringt. Zu beiden Seiten desselben sehen wir junge Oogonien. Ein Längsschnitt durch ein Conceptaculum mit dem Basalteil eines älteren Seitensprosses und reifen Oogonien zeigt uns die halbschematische Fig. 3, Taf. II.

Werden mehrere Seitensprosse in demselben Conceptaculum angelegt, wie in Fig. 10, Taf II abgebildet, so wächst offenbar immer nur einer von ihnen vollständig aus, während die andern nach kurzer Zeit ihr Wachstum einstellen, denn ich fand immer nur einen ausgewachsenen Seitenspross im Conceptaculum.

Durch die im Vorhergehenden beschriebene Anlage der Seitensprosse in den Conceptakeln unterscheidet sich Notheia von allen übrigen Gattungen. Bei der Bildung der Conceptakeln scheint nach dem darüber Gesagten nichts vor sich zu gehen, was nicht auch schon bei andern Fucaceen beobachtet worden wäre. Was die Lage der Vegetationspunkte der Seitensprosse an der Basis von Haaren betrifft, so finden wir diese Erscheinung bei vielen Phaeosporeen. Bei *Notheia* gehen, wie wir sahen, sowohl Seitensprosse, als Oogonien aus den Basalzellen von Haaren hervor, deren

oberer Teil abgeworfen wurde und die sich durch keine wahrnehmbaren Merkmale von einander unterscheiden.

Die Eingangs erwähnte scheinbare Dichotomie konnte leider nie am Vegetationspunkt, oder an jungen Sprossteilen beobachtet werden. Dagegen liessen Längsschnitte durch die an älteren Sprossteilen auf eine Dichotomie deutenden Stellen, die Annahme einer solchen als berechtigt erscheinen, da von einem Conceptaculum, aus welchem der eine Gabelast hätte hervorgewachsen sein können, auch nicht die Spur zu erkennen war, und die beiden Gabeläste an ihrer Basis annähernd gleich stark waren.

Es war im Vorhergehenden nur von Oogonien die Rede, denn merkwürdiger Weise fand auch ich, wie M. O. Mitchell,[1]) bei allen mir zur Untersuchung vorliegenden Exemplaren von *Nothcia*, nur weibliche Sexualorgane. Auch fand ich in der Litteratur keine Angaben über Antheridien. Kjellmann[2]) giebt nur an, dass die Conceptakeln eingeschlechtlich seien. Wahrscheinlich ist die Pflanze zweihäusig, wenn man es überhaupt mit einer normalen Fucacee zu thun hat.

Im Oogonium sind, wie Mitchell richtig angiebt, 8 Eier, welche, wie alle Teile bei *Nothcia*, verhältnissmässig sehr klein sind. Das Dickenwachstum ist sehr gering, und die Sprosse haben nie mehr als 1—2 mm im Durchmesser.

Fassen wir das über die Gattungen *Hormosira* und *Nothcia* Gesagte zusammen, so finden wir Übereinstimmung darin, dass beide Gattungen sehr wenig differenzierte Sprosse besitzen. Bei *Hormosira* sind dieselben aufgetrieben und die dadurch entstandenen Hohlräume durch lockeres Gewebe mehr oder weniger ausgefüllt. Die Sprosse sind durch Einschnürungen in kugelförmige Abschnitte geteilt. Keine der beiden Gattungen besitzt die typische Scheitelzelle der Fucaceen. Die Conceptakeln sind unregelmässig über den ganzen Spross verteilt. Beide haben eine Mehrzahl von Eiern im Oogonium nämlich vier und acht.

Vorausgesetzt, dass *Nothcia* überhaupt zu den Fucaceen zu rechnen ist, dürften die eben genannten Merkmale wohl dafür sprechen, dass die beiden Gattungen zu den phylogenetisch am tiefsten stehenden Fucaceen zu stellen sind, und ich bringe sie deshalb gleich nach *Durvillaea*.

In wieweit die bei *Nothcia* zu Tage tretenden Eigentümlichkeiten dem eventuell parasitären Charakter derselben zuzuschreiben sind, konnte natürlich nicht festgestellt werden.

Das Auftreten von vier, resp. drei Scheitelzellen bei *Hormosira* und *Nothcia* bietet nun einiges Interesse, wegen der von Schwendener,[3]) Ludwig Koch[4]) und Karsten[5]) bei verschiedenen Gefässkryptogamen und Gymnospermen über Scheitelwachstum gemachten Beobachtungen.

Schwendener fand an den Vegetationspunkten von Marattiaceenwurzeln und Gymnospermensprossen, speziell bei *Araucaria*, Gruppen von vier Zellen, welche seiner Überzeugung nach als Scheitelzellen aufzufassen sind. Auch Ludwig Koch beobachtete solche Zellgruppen bei der zu den Marattiaceen gehörenden *Angiopteris evecta Hoffm.*, bezweifelt jedoch, im Gegensatz zu Schwendener den echten Scheitelzellcharakter der vier Zellen. Während nämlich Schwendener die betreffenden Zellen als echte Scheitelzellen ansieht, selbst wenn die Dauer ihrer Gruppierung um den Scheitelmittelpunkt nicht unbegrenzt wäre, verlieren nach Koch's Ansicht die vier Zellen,

[1]) l. c.

[2]) l. c. Engler u. Prantl.

[3]) Über Scheitelwachstum und Blattstellung. Sitzgber. der K. Akad. d. W., Berlin 1885.

[4]) Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 27, Heft 3 pag. 390. Berlin 1895.

[5]) Über Anlage seitlicher Organe bei Pflanzen. Leipzig 1886.

eben durch letzteren Umstand, den er infolge seiner Untersuchungen als erwiesen erachtet, ihre Bedeutung als Scheitelzellen.

An der Hand einer grossen Anzahl von Schnittserien weist Koch nach, dass gewisse Entwicklungsstadien scheinbar eine, andere wieder vier Scheitelzellen zeigen, dass aber im Verlauf des Wachstums fortwährend Verschiebungen in den am Scheitel gelegenen Zellkomplexen stattfinden, so dass immer wieder andere Zellen an den Scheitel zu liegen kommen.

Wenn nun auch in den eben angeführten Fällen, trotz der von Schwendener so bestimmt geäusserten Ansicht, daran gezweifelt werden kann, ob man es mit richtigen Scheitelzellen zu thun hat, da eine Persistenz der betreffenden Zellen nicht erwiesen ist, so haben wir dagegen bei *Hormosira* und *Notheia* ohne Zweifel echte Scheitelzellen vor uns. Ihre Dauer scheint unbegrenzt zu sein, denn die Untersuchung einer grossen Zahl von Vegetationspunkten, welche sich in den verschiedensten Altersstadien befanden, förderte immer Bilder zu Tage, wie wir sie im Vorhergehenden kennen gelernt haben (Taf. I, Fig. 3 u. 4, Taf. II, Fig. 4). Die Scheitelzellgruppen dauern nicht nur unbegrenzt, sondern die einzelnen Zellen ändern auch ihre Lage um den Mittelpunkt nicht, selbst bei der Verzweigung, wie wir bei *Hormosira* sahen. Ebenso spricht der reichliche Protoplasmainhalt und die Art der Segmentierung für wahre Scheitelzellen.

Grosse Ähnlichkeit besteht zwischen den von Schwendener gegebenen Abbildungen des Scheitels von *Araucaria excelsa* und unserer Fig. 3, Taf. I. Weniger in der Segmentierung der Scheitelzellen, als in der Lage derselben um den Mittelpunkt des Scheitels und den die Quadranten begrenzenden stärkeren Wänden, die allerdings bei *Araucaria* nicht in natura vorhanden sein dürften.

Ähnliche Erscheinungen, speziell Gruppen von vier Scheitelzellen, fand Karsten bei Lycopodiaceen und Abietineen. So beschreibt er bei *Lycopodium* [1]) vier grosse in der Mitte des Vegetationskegels gelegene Zellen, auf welche die übrigen sämtlich zurückführbar sind. Ähnlich liegen seiner Beobachtung nach auch die Verhältnisse bei den Abietineen [2]). Es besteht jedoch in sofern ein Unterschied zwischen den von Karsten untersuchten Fällen und *Hormosira*, bezw. *Notheia*, als die Scheitelzellen bei den ersteren sich nicht durch ihren Inhalt von den Nachbarzellen unterscheiden.

Die Art der Segmentierung und das Verhalten der Scheitelzellengruppen bei der Verzweigung, scheinen mir nun entschieden dafür zu sprechen, dass wir es bei *Hormosira* und *Notheia* auch wirklich mit einer richtigen Gruppe von Scheitelzellen zu thun haben, nicht etwa mit den einzelnen Scheitelzellen verwachsener Zellfäden, wie sie Schwendener [3]) für die von Graf Solms [4]) beschriebene *Chylocladia* annimmt. Dies ist dagegen z. B. der Fall bei der im Längsschnitt auf den ersten Blick grosse Ähnlichkeit mit *Notheia* zeigenden, von Reinke [5]) beschriebenen und abgebildeten *Stilophora rhizodes Ehrh.*

---

[1]) l. c. p. 15.
[2]) l. c. p. 17.
[3]) l. c. p. 927.
[4]) Annales du jardin bot. de Buitenzorg. Vol. IV. p. 153.
[5]) Flora der westl. Ostsee deutschen Anteils, Berlin 1889. Atlas deutscher Meeresalgen, Berlin 1892.

III. Fuceae.

a. Seirococcus axillaris (R. Br.) Grev.

Diese Fucacee ist schon zu wiederholtenmalen beschrieben und abgebildet worden, so unter anderem von Kützing [1]), Harvey [2]), Oltmanns [3]) und A. Lorrain Smith. [4])

Sie besteht aus flachen, im älteren Zustande stielrunden, bilateral verzweigten, vegetativen Sprossen, und kleinen rosenkranzförmigen, einfachen oder verzweigten Sexualsprossen.

Wenn ich auf Taf. IV. Fig. 1 nochmals ein Habitusbild der Pflanze beifüge, so geschieht dies desshalb, weil mir die von obengenannten Autoren veröffentlichten Abbildungen die eigenartige Gestalt von *Seirococcus* nicht ganz charakteristisch wiederzugeben scheinen.

Ich habe mich nun bemüht, einen Ast einer mir von Herrn Baron von Müller in Alkohol zugesandten und hier wieder aufgeweichten Pflanze mit allen Einzelheiten möglichst genau abzubilden. Nur von den Fruchtsprossen zeichnete ich eine geringere Anzahl, als wirklich vorhanden, um die Klarheit des Bildes nicht zu beeinträchtigen.

Betrachten wir das Bild auf Taf. IV etwas genauer, so unterscheiden wir einen Hauptstamm, oder Langtrieb, dem in regelmässiger Anordnung seitlich bandartige Aussprossungen mit breiter Basis aufsitzen. In den Achseln dieser Aussprossungen, wir wollen sie Blätter nennen, stehen die Sexualsprosse. Letztere werden, in mehr oder weniger grosser Anzahl, in einer Reihe, dicht neben einander ausgebildet, und zwar sowohl auf der Kante der Seitensprosse, als auch auf derjenigen des Hauptstammes, an letzterem jedoch nicht weiter scheitelwärts, als bis zur Basis des nächsten Blattes.

Der Kante des Hauptstammes entsprosst mehr oder weniger häufig statt der Sexualsprosse ein, in seltenen Fällen zwei bis mehrere [5]) Seitenäste. Ausserdem sind manchmal noch einige Sexualsprosse neben den Seitenästen ausgebildet. Oft sind die Seitenäste nur in der Anlage zu sehen und stellen dann kleine Höckerchen dar. Die Seitenäste verhalten sich ganz wie der Hauptstamm, indem sie ihrerseits wieder Blätter, Sexualsprosse und Seitenäste ausbilden. Eine kräftig gewachsene Seirococcuspflanze kann auf diese Weise eine nicht unbeträchtliche Grösse erreichen.

Blasen fehlen vollständig.

Das vorstehend beschriebene Bild ergiebt sich aus der Betrachtung der Pflanze mit blossem

---

[1]) Tabulae phycologicae, X. Taf. 25.

[2]) Phycologia australica. 1858—63.

[3]) Beiträge zur Kenntnis d. Fucaceen. Bibl. bot. Heft 14, Taf. XII.

[4]) Murray's phycological Memoirs Part II, Nr. VI. 1893.

[5]) Ein Exemplar mit mehreren Seitenästen neben einander, das mir zur Beobachtung vorlag, befindet sich im Herbar des botan. Museums zu Hamburg.

Auge. Es kam mir nun aber vor allem darauf an, festzustellen, ob die von Oltmanns [1]) ausgesprochenen Vermutungen über den Aufbau und die Entwicklung von *Seirococcus* sich bei näherer Betrachtung als richtig erweisen würden, oder ob die Verhältnisse anders liegen. Wir werden sehen, dass das letztere der Fall ist.

Betrachten wir zunächst bei schwächerer Vergrösserung den Vegetationspunkt, wie ihn uns Fig. 1, Taf. III halbschematisch in einem parallel zur Verzweigungsebene geführten Längsschnitt zeigt, so finden wir am Scheitel eine Einbuchtung, welche durch die sich sichelförmig gegen die Achse des Hauptstammes krümmenden Blätter (Fig. 1. *c, d, e*) überragt wird. Am Grunde dieser Einbuchtung befindet sich, was auf Querschnitten leicht festzustellen ist, eine schleimerfüllte, den Scheitelspalten von *Fucus* und *Ascophyllum* analoge und völlig gleichgebaute Grube. Am Grunde dieser liegt eine vierseitige Scheitelzelle (S. in Fig. 1, Taf. III). Fig. 2, Taf. III zeigt uns eine solche bei stärkerer Vergrösserung im Längsschnitt, Fig. 3, Taf, III im Querschnitt.

Wie sich aus der Untersuchung einer grösseren Anzahl von Schnittserien durch Scheitelzellen ergab, erfolgt die Segmentierung der letzteren analog derjenigen von *Fucus* und *Pelvetia* wie sie Oltmanns [2]) für erstere, Kny [3]) für letztere Gattung beschrieben haben.

Wir wollen nun zunächst die durch die Blätter gebildeten Buchten, oder Blattachseln, wie wir sie auf Fig. 1, Taf. III bei 3 – 7 erkennen, etwas näher ins Auge fassen.

Bei S. Fig. 1, Taf. III liegt, wie wir schon sahen, der Hauptscheitelpunkt der Pflanze. Ein Längsschnitt durch die Bucht 3, welche zwischen den Blättern *c* und *e* liegt, ist in Fig. 4, Taf. III wiedergegeben. Betrachten wir den Schnitt genauer, so fallen uns zwei Zellen auf, welche durch ihre Grösse und auch durch ihren reichlicheren Inhalt von ihrer Umgebung abstechen. Sie sind in der Figur mit *i* bezeichnet.

Ein Schnitt durch eine ältere Bucht, wie er in Fig. 5, Taf. III abgebildet ist, lässt uns schon eine grössere Anzahl solcher Zellen erkennen. Die am deutlichsten sichtbaren sind ebenfalls mit *i* bezeichnet.

Verfolgen wir nun die Zellen in weiter basalwärts gelegenen Blattachseln weiter, so zeigt es sich, dass wir in denselben die Initialen oder Scheitelzellen von künftigen Fruchtsprossen bezw. Seitenästen vor uns haben. Die folgenden Figuren sollen zur Erläuterung dienen.

Fig. 6, Taf. III, welche der Bucht 5 des Schemas entspricht, zeigt uns wiederum bei *i* die erwähnten Zellen, doch fällt uns hier sofort ein erheblicher Unterschied gegen das vorhergehende Stadium (Fig. 5, Taf. III) auf. Die genannten Initialen liegen nicht mehr in gleicher Höhe mit den sie umgebenden Rindenzellen, sondern in mehr oder weniger tiefen Gruben. Wir haben uns das Zustandekommen dieser Erscheinung dadurch zu erklären, dass die Umgebung der Initialen rascher wächst als letztere.

Diese beginnen jedoch nach kürzerer oder längerer Zeit sich lebhaft zu teilen, indem sie in der für die Scheitelzellen beschriebenen Weise Zellen abgliedern. Sie werden dadurch aus den Gruben emporgehoben und bilden so die Fruchtsprosse (Buchten 6 und 7 des Schemas).

Fig. 7, Taf. III zeigt uns solche im Auswachsen begriffene Initialen. Sie tragen schon

[1]) l. c. p. 63.
[2]) l. c. p. 15.
[3]) Bot. Zeitung 1875, p. 450.

deutlichen Scheitelzellcharakter und die Segmentierung lässt sich besonders bei der mittleren der drei mit *i* bezeichneten Zellen gut erkennen.

Wie die Verhältnisse in dem eingangs erwähnten Falle, dass auf der Stammseite ein, oder mehrere Seitenäste gebildet werden, liegen, konnte nicht sicher ermittelt werden; doch dürfte die Anzahl der durch Teilung aus der ursprünglich in der Blattachsel gelegenen Scheitelzelle, hervorgegangenen Initialen, eine geringere sein als in den Fällen, wo nur Fruchtsprosse gebildet werden; dann wäre es nicht undenkbar, dass einige derselben latent bleiben und erst durch eventuelle äussere Ursachen wie z. B. durch den Verlust des Hauptvegetationspunktes, zum auswachsen angeregt werden.

Fig. 10, Taf. III zeigt uns zwei noch ziemlich junge Fruchtsprosse mit Scheitelzellen bei S und zwar naturgetreu im Längsschnitt, während Fig. 2 auf Taf. IV einen halbschematischen Längsschnitt durch zwei vollständig ausgewachsene Fruchtsprosse darstellt. An der Basis der letzteren sehen wir einige noch ganz junge Sprosse, ein Beweis dafür, dass die Initialen nicht alle zu gleicher Zeit auszuwachsen beginnen. Die scheinbare Verzweigung der Sexualsprosse kommt dadurch zustande, dass zwei oder mehr dicht nebeneinander liegende Initialen zu gleicher Zeit auswachsen und die Sprosse dadurch die gleichen Basalteile erhalten.

Fragen wir uns nun, wie die Fruchtspross- bezw. Seitensprossinitialen in die Blattachseln gelangen, so müssen wir zur Beantwortung dieser Frage wieder zur Hauptscheitelzelle des Sprosses zurückkehren.

Bei der Untersuchung einer grossen Zahl von Längsschnitten durch den Vegetationspunkt parallel zur Verzweigungsebene, fanden sich wiederholt Entwicklungsstadien, wie das in Fig. 8, Taf. III abgebildete. Wir sehen hier die Scheitelzelle mit verschiedenen grossen Segmenten, welche sich kaum weder von der Scheitelzelle noch von einander unterscheiden. Allem Anschein nach behalten nun einzelne dieser Segmente von Anfang an ihren Scheitelzellencharakter, während die andern sich stärker teilen und zu Aussenrindenzellen werden. Die ersteren werden durch die letzteren von der Hauptscheitelzelle fortgeschoben. In Fig. 8, Taf III lässt sich noch nicht feststellen, welche der Zellen zu Aussenrindenzellen werden. Betrachten wir dagegen Fig. 9, Taf. III, welche ebenfalls einen Längsschnitt durch den Sprossscheitel wiedergiebt, so sehen wir in einiger Entfernung von der Hauptscheitelzelle S zwei Zellen S_1 und S_2, welche durch Grösse und Inhalt sich etwas von ihrer Umgebung abheben. In diesen haben wir nun ohne Zweifel die jüngste und zweitjüngste Tochterscheitelzelle vor uns. Die drittjüngste bei S_3 erscheint schon weiter fortgeschoben und liegt bereits in der ersten in Bildung begriffenen Blattachsel.

Entsprechend der Abgliederung von Scheitelzellen von der Hauptscheitelzelle, spielt sich wohl auch der Vorgang bei der Segmentierung der Tochterscheitelzellen in den Blattachseln ab, wobei dann Bilder, wie das in Fig. 4, Taf. III wiedergegebene zustande kommen.

Wie werden nun aber die Blätter gebildet?

Die vorhin erwähnten zwischen S und S_1 gelegenen Zellen, welche sich anfangs nicht wesentlich von den Scheitelzellen unterscheiden, beginnen bald in lebhafte Teilung zu treten und nehmen dann deutlich die Gestalt von Aussenrindenzellen an. Der ganze Komplex fängt an lebhaft zu wachsen, wobei dann die zu beiden Seiten gelegenen Scheitelzellen, welche im Wachstum zurückbleiben, in Buchten zu liegen kommen. Wie gesagt, werden sämtliche zwischen S und S_1 gelegenen Zellen zu Aussenrindenzellen, keine von ihnen behält Scheitelzellencharakter, oder differenziert sich nach einiger Zeit wieder zur Scheitelzelle. Es wurde dies durch genaue Unter-

suchung der verschiedensten Entwickelungsstufen der Blätter festgestellt, und es ist also ausser allem Zweifel, dass die letzteren ohne Scheitelzelle auswachsen. Sie sind gewissermassen nur Verbreiterungen des Hauptstammes, was auch besonders deutlich bei Keimlingen, wie einer von Oltmanns[1]) abgebildet wurde, in die Augen fällt.

Sehen wir uns das Schema Fig. 1, Taf. III nochmals an, so haben wir uns also bei *a* und *b* Blätter in der Anlage vorhanden zu denken. Zwischen S_1 und S_3 bei *c* wird ein Blatt als kleiner Höcker sichtbar und im weiteren Verlauf des Wachstums kommt dann die bandartige Gestalt zustande, bei *d*, *e*, *f* u. s. w.

Was nun die Bildung der Conceptakeln anbelangt, so scheint dieselbe ähnlich der von Oltmanns[2]) für *Halidrys* beschriebenen zu verlaufen. Schon nahe dem Scheitel des Sexualsprosses bleibt eine Aussenrindenzelle im Wachstum zurück, die Initiale Bowers.[3]) Sie kommt in eine Grube zu liegen, teilt sich aber bald durch Querwände und wächst zum Haar aus. Die Grube erweitert sich und die Wandzellen wachsen ebenfalls zu Haaren, bezw. Oogonien und Antheridien aus.

Männliche und weibliche Sexualorgane werden entweder in getrennten Conceptakeln, oder was seltener der Fall ist, in ein und demselben Conceptaculum, aber stets auf demselben Fruchtspross ausgebildet.

Die Oogonien enthalten 1 Ei. Bei jüngeren Stadien sind öfters mehrere Kerne im Oogonium sichtbar, von denen aber nur einer erhalten bleibt, als Eikern, während die andern zu Grunde gehen dürften. Dass der Vorgang ähnlich verläuft, wie bei *Halidrys*, *Himanthalia* etc., ist wohl kaum zu bezweifeln.

Das Dickenwachstum erfolgt analog demjenigen von Fucus.[4])

Fassen wir nun die durch die Untersuchung von *Scirococcus* erhaltenen Resultate zusammen, so ergiebt sich eine grosse Ähnlichkeit im Aufbau dieser Pflanze, mit dem monopodialen Aufbau von *Ascophyllum*. Denken wir uns an unserem Schema Fig. 1, Taf. III die Blätter abgeschnitten und die Buchten am Scheitel etwas abgeflacht, so haben wir ein Gebilde vor uns, das dem Scheitel von *Ascophyllum* auffallend ähnlich sieht.[5]) Die den Blättern von *Scirococcus* entsprechenden Teile sind eben bei *Ascophyllum* fast gar nicht, oder in sehr viel geringerem Masse entwickelt und treten dann nur als kleine Höcker am Rande der seitlichen Spalten in die Erscheinung. In den Achseln dieser Höcker, d. h. in den ebengenannten Spalten, welche den Achselgruben von *Scirococcus* entsprechen, sitzen ebenfalls sexuelle Kurztriebe, bezw. seitliche vegetative Langtriebe.

In Gestalt und Segmentierung der Scheitelzelle, sowie in der Art des Dickenwachstums schliesst sich *Scirococcus*, wie schon erwähnt, ebenfalls eng an *Ascophyllum* an. Merkwürdigerweise scheint dies jedoch nicht der Fall zu sein bei der Bildung der Conceptakeln, da diese mehr Ähnlichkeit mit der bei *Halidrys* beobachteten zeigt.

Nach allem, was oben geschildert wurde, kann demnach *Scirococcus* den Platz nicht behalten, welcher ihm von den meisten Autoren in der Nähe von *Anthophycus*, *Sargassum* u. s. w.

---

[1]) l. c. Taf. XII. Fig. 8.
[2]) l. c. p. 79.
[3]) Quart. Journ. of microsc. science, XX. 1880, p. 36.
[4]) Vergl. Oltmanns, l. c. p. 17 u. f.
[5]) Vergl. Oltmanns l. c. Taf. X. Fig. 2.

zugewiesen wurde, denn er besitzt weder eine dreiseitige Scheitelzelle, noch sind die seitlichen Aussprossungen, (die Blätter, wie wir sie nannten) modifizierte, mit den andern gleichwertige Sprosse, sondern event. rudimentäre Blätter, die ohne Mitwirkung einer Scheitelzelle entstehen und wachsen.

Ganz einfach und natürlich dagegen reiht sich *Scirocoecus* an *Ascophyllum* an und stellt so eines der höchst entwickelten Glieder in derjenigen Reihe dar, welche mit Fucus oder fucusähnlichen Formen beginnt. Sehr einfach verständlich ist es dann auch, dass die niederen Glieder 8, die höchsten nur 1 Ei im Oogonium führen.

b. Scytothalia dorycarpa (Turn.) Grev.

Diese Pflanze unterscheidet sich, wie ein Blick auf das in Fig. 3, Taf. IV beigegebene Habitusbild zeigt, äusserlich nur dadurch von *Scirocoecus* dass die Blätter nicht so lang und die Fruchtsprosse breiter, grösser und weniger zahlreich sind. Ausserdem stehen letztere fast nur auf der Kante des Hauptsprosses und nur in seltenen Fällen findet man einzelne auf der Innenkante der Blätter, aber dann ganz an der Basis. Blasen, welche die Pflanze, wie angegeben wird, besitzen soll, scheinen sehr selten zu sein, wenigstens waren an den mir zur Untersuchung vorliegenden Exemplaren keine zu finden.

Im übrigen ist der Aufbau demjenigen von *Scirocoecus*, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, ganz analog, und schon ein Blick durch die Lupe, auf den Scheitel der Pflanze genügt, um uns davon zu überzeugen, dass die Verhältnisse hier ganz gleich liegen wie bei *Scirocoecus*. Die Vegetationspunkte beider Pflanzen sind fast nicht von einander zu unterscheiden.

Was das fast regelmässige Fehlen der Fruchtsprosse auf den Kanten der Blätter betrifft, so ist dasselbe nur durch geringe Wachstumsmodifikationen bedingt. Man braucht sich nur vorzustellen, dass die in den Blattachseln liegenden Scheitelzellen sich erst dann zu teilen beginnen, wenn die Blätter an ihrer Basis nicht mehr in die Länge wachsen, der Hauptspross dagegen sich zu strecken beginnt, dann nimmt letzterer die Scheitelzellen nebst ihren Teilungsprodukten mit in die Höhe, und Sexualsprosse, sowie Seitenäste, kommen auf diese Weise auf die Stammkante zu stehen. Wächst die Blattbasis noch, wenn die Scheitelzelle schon Segmente abgegliedert hat, dann ist es möglich, dass ein solches Segment auf die Blattkante gelangt.

Auch darin, dass im Oogonium nur 1 Ei enthalten ist, stimmen die beiden Gattungen überein. Jedoch scheinen Oogonien und Antheridien, wenn auch auf demselben Fruchtspross, so doch stets in getrennten Conceptakeln entwickelt zu sein.

c. Phyllospora.

Von den vorigen Gattungen im Aussehen ganz verschieden ist *Phyllospora*, von der ich auf Taf. V ein Habitusbild beifüge, da die von Kützing[1]) und Harvey[2]) veröffentlichten Abbildungen das Charakteristische an der Pflanze nicht genügend wiedergeben.

Dass, wie Oltmanns[3]) richtig vermutete, trotz der scheinbaren Verschiedenheit, der Auf-

[1]) Tabulae phycologicae X. Taf. 24.
[2]) Phycologia australica.
[3]) l. c. p. 64.

bau von *Phyllospora* demjenigen von *Seirococcus* etc. ganz analog ist, leuchtet sofort ein, wenn man den Scheitel der Pflanze betrachtet. Wir sehen da die charakteristische Einbuchtung mit den sich überwölbenden jüngsten Blättern. Die vierseitige Scheitelzelle am Grunde der Scheitelspalte, sowie die Thatsache, dass die Blätter ohne Scheitelzelle auswachsen, lassen sich an Schnittserien leicht nachweisen.

Setzen wir die Betrachtung des Bildes auf Taf. V weiter basalwärts fort, so sehen wir, dass die Blätter rasch zu beträchtlicher Länge auswachsen. Ihre Gestalt ist wie bei den vorigen Gattungen bandförmig, jedoch sind die Ränder gezähnt und ist die Basis, mit der sie dem Hauptspross aufsitzen, schmäler, ein Umstand, der die Unterscheidung von den ihnen im ausgewachsenen Zustand ausserordentlich ähnlichen Fruchtsprossen, bei oberflächlicher Betrachtung sehr erschwert. Bei näherem Zusehen lassen sie sich freilich durch die Art, wie sie mit dem Hauptspross verwachsen sind und durch das Fehlen der Conceptakeln leicht als Blätter erkennen.

Die Fruchtsprosse entspringen dem Hauptspross oberhalb der Battachseln in grosser Anzahl[1]). Ob es bei *Phyllospora*, wie bei der vorigen Gattung zuweilen vorkommt, dass Fruchtsprosse auch auf der Kante der Blätter stehen, muss dahin gestellt bleiben, jedenfalls habe ich den Fall bei keinem der von mir untersuchten Exemplare gefunden.

Die Fruchtsprosse wachsen wie bei den vorigen Gattungen mit einer vierseitigen Scheitelzelle. An dem in Fig. 4, Taf. IV abgebildeten jugendlichen Spross ist deutlich die Scheitelgrube zu erkennen.

Die Sexualsprossinitialen wachsen sehr ungleichmässig aus, weshalb man dicht nebeneinander alle Altersstadien findet. Im ausgewachsenen Zustand sind die Fruchtsprosse, wie schon erwähnt, durch ihre lange bandartige Gestalt den Blättern sehr ähnlich.

Im Basalteil der Fruchtsprosse entwickeln sich ziemlich häufig grosse birnförmige Blasen.

Verzweigung des Hauptstammes scheint nicht sehr oft einzutreten, die einzelnen Äste werden aber sehr lang, und die Pflanze erreicht eine bedeutende Grösse.

Die Conceptakeln sind auf der Breitseite der Fruchtsprosse in unregelmässiger Anordnung verteilt, bedecken aber bei ausgewachsenen Sprossen meist nur die Hälfte bis $^2/_3$ derselben, von der Basis an gerechnet, während die obere Hälfte frei von Conceptakeln bleibt und so den vegetativen Blättern völlig gleich gestaltet ist.

Antheridien und Oogonien sind auf demselben Fruchtspross entwickelt, scheinen aber, wie bei *Scytothalia* stets in getrennten Conceptakeln zu stehen. Die Oogonien enthalten ein Ei.

d. Marginaria.

Diese Gattung wurde wohl von allen Fucaceenforschern in die Verwandtschaft von *Seirococcus* und *Scytothalia* gestellt. Ob dies mit Recht geschah, konnte leider nicht vollständig nachgewiesen werden, da mir kein Alkoholmaterial, sondern nur getrocknete Fragmente der Pflanze zur Untersuchung vorlagen. Dieselben entsprachen der von Kjellmann[2]) veröffentlichten Abbildung, welche seiner Beschreibung nach eine dem Rande des Hauptsprosses entspringende stengelförmige Aussprossung darstellt. In diesen Aussprossungen haben wir nun, wie mir scheint,

[1]) Auf dem Habitusbild Taf. V. sind, der Übersichtlichkeit halber, eine geringere Anzahl gezeichnet worden.

[2]) Engler u. Prantl, l. c. p. 285.

ein Analogon zu den Blättern von *Scirococcus* u. s. w. vor uns. Wir brauchen uns nur vorzustellen, dass z. B. ein Blatt von *Phyllospora* sich ähnlich einer Schraubel geteilt hätte, wobei die innere Seite der Schraubel dem Hauptspross zugekehrt wäre, um einen Spross, wie den von Kjellmann abgebildeten zu erhalten. Dem inneren Rand des Sprosses sitzen die Fruchtsprosse und als gesonderte Organe die Blasen auf. Ob am Hauptspross keinerlei derartige Organe auftreten und wie die Verzweigung erfolgt, konnte ich leider nicht feststellen, da mir keine Teile des Hauptsprosses und desshalb auch kein Vegetationspunkt zur Verfügung standen.

e. Axillaria constricta.

Zu den im Vorhergehenden besprochenen, mit *Ascophyllum* nahe verwandten Gattungen rechne ich nun noch eine Art, die ich mit obigem Namen bezeichnen möchte, nämlich *Carpoglossum constrictum* Kütz. Agardh [1]) führt die Pflanze unter *Fucus constrictus*, bezw. *Ozothallia (Ascophyllum) constricta* an. Kützing [2]) bringt ihre Abbildung direkt vor *Ozothallia*, und Reinke [3]) hat sie ebenfalls in unmittelbare Verwandtschaft von *Ascophyllum* gebracht. Ich glaube, dass dies mit Recht geschah.

Wenn mir auch leider kein Alkoholmaterial zur Verfügung stand, so ermöglichte mir doch der gute Zustand des im Hamburger Herbar befindlichen Exemplars, eine grosse Ähnlichkeit zwischen dieser Pflanze und den letztbesprochenen festzustellen. Dies zeigt auch schon das Habitusbild Fig. 5, Taf. IV.

Am Scheitel befindet sich eine von höckerartigen Auswüchsen begrenzte Einkerbung (Fig. 6, Taf. IV). Diese Auswüchse entsprechen doch wohl den Blättern von *Scytothalia* u. s. w. In ihren Achseln stehen die Seitensprosse und Fruchtsprosse, letztere zu einem oder auch mehreren. Besonders dieser letztere Umstand spricht sehr für die Homologie mit *Ascophyllum* u. s. w. Auch darin, dass die Seitensprosse und Fruchtsprosse aus langgestreckten, der Thallusfläche parallelen Spalten entspringen, haben wir eine Übereinstimmung mit *Ascophyllum*.

Die Oogonien enthalten wie bei den zuletzt beschriebenen Gattungen nur ein Ei.

Was nun die Ähnlichkeit von *Axillaria* mit den andern unter dem Gattungsnamen *Carpoglossum* zusammengefassten Arten anbelangt, so ist dieselbe sehr gering. Zwischen den Scheitelpartien von *Carpoglossum confluens* und *Axillaria* besteht eine scheinbare Übereinstimmung, wie eine Vergleichung der Fig. 6, Taf. IV und 2. Taf. VI zeigt. Wie sich aber bei genauer Untersuchung herausstellte, zeigt das Scheitelwachstum von *Axillaria* grosse Ähnlichkeit mit demjenigen von *Scytothalia*, bezw. *Ascophyllum*, während dasjenige von *Carpoglossum confluens* mit dem von *Halidrys* übereinstimmt. Letzteres soll auch deshalb mit den ihm nächst verwandten Arten erst bei den *Cystosireen* näher besprochen werden. *Axillaria* dagegen dürfte, wie aus dem eben Besprochenen hervorgeht, in die Fucengruppe und zwar in die nächste Verwandtschaft von *Ascophyllum* zu stellen sein.

[1]) Species, genera et ordines Algarum, vol. 1. 1848.

[2]) Tabulae phycologicae X. Taf. 19.

[3]) Pringsh. Jahrb. X. p. 349.

f. Xiphophora Mont.

Diese Gattung rechne ich in direkte Verwandtschaft von *Fucus*, wie dies auch von Agardh [1]) und Kjellmann [2]) gethan wurde, während Kützing [3]) die Abbildung von *Xiphophora* direkt neben derjenigen von *Himanthalia* bringt und auch Oltmanns [4]), der jedoch die Pflanze, wie er angiebt, nur der Kützingschen Abbildung und Beschreibung nach kannte, geneigt ist, letztere beiden Gattungen als nächstverwandt anzusehen.

Genauere Untersuchung des vorliegenden Materials liessen nun aber keinen Zweifel mehr darüber, dass *Xiphophora* einerseits von manchen Fucusarten nur sehr wenig verschieden ist und andrerseits auch mit *Ascophyllum* eine Eigentümlichkeit gemein hat, nämlich die von Oltmanns [5]) genau beschriebenen und abgebildeten Basalsprosse.

Dieselben entspringen der Basis des Hauptsprosses in scheinbar unregelmässiger Anordnung, dürften aber wie bei *Ascophyllum* auf eine monopodiale Verzweigung zurückzuführen sein.

Genauer liessen sich die Verhältnisse an dem einzigen vollständig erhaltenen, schon älteren Exemplar, das mir zur Verfügung stand, leider nicht feststellen, jedoch war soviel sicher zu sehen, dass es sich in dem eben erwähnten Fall nicht etwa um Adventivsprosse handeln konnte.

Da die Hauptsprosse von *Xiphophora* wie diejenigen von *Ascophyllum* gabelig verzweigt sind, so haben wir also wahrscheinlich auch hier eine Vereinigung des monopodialen und dichotomischen Verzweigungssystems.

Die mikroskopische Untersuchung des Scheitels liess eine vierseitige Scheitelzelle am Grunde einer zur Thallusfläche parallel verlaufenden Scheitelspalte erkennen, was eine weitere Übereinstimmung mit *Fucus* bildet.

Die Conceptakeln sind wie bekannt entweder über den ganzen Spross, oder in den kaum veränderten oberen Abschnitten unregelmässig angeordnet.

Die Oogonien enthalten, wie angegeben wird, 4 Eier; ich konnte dies an dem von mir untersuchten Material leider nicht feststellen, da nur wenige und schlecht erhaltene Oogonien zu finden waren.

Fassen wir das im Vorhergehenden wiedergegebene mit dem schon früher über die Fuceen bekannten zusammen zu einer kurzen Übersicht über die Gruppe, so kann man dieselbe wie folgt charakterisieren.

Fuceae: Keimpflanzen, soweit bekannt, anfangs radiär, dann in bilaterale oder dorsiventrale, mehr oder weniger flache Sprosse, mit vierseitiger Scheitelzelle übergehend. Verzweigung gabelig oder monopodial, oder beides vereint. Conceptakeln auf den wenig veränderten Haupt- und Nebensprossspitzen oder auf besonderen Sexualsprossen. Im Oogonium 1—8 Eier.

Zu den Fuceen rechnen wir folgende Gattungen:

Fucus. Sehr formenreiche Gattung. Spross regelmässig gabelig verzweigt. Conceptakeln in den mehr oder weniger umgewandelten Sprossenden entwickelt. Im Oogonium acht Eier.

[1]) l. c.
[2]) l. c. pag. 281.
[3]) l. c. X. Taf. 7.
[4]) l. c. pag. 69.
[5]) l. c. p. 29 ff. Taf. VI. Fig. 6—9.

Pelvetia. Kleine Pflanzen. Verzweigung dichotomisch. Conceptakeln in den umgewandelten Sprossenden. Oogonien zweieiig.

Xiphophora. Dichotomische und seitliche Verzweigung. Conceptakeln fast über den ganzen Spross zerstreut, am häufigsten in den oberen Teilen. Im Oogonium vier Eier (?)

Ascophyllum. Verzweigung teils gabelig, teils monopodial. Conceptakeln in den umgewandelten Enden seitlicher Kurztriebe, welche einzeln oder zu mehreren randständigen Gruben entspringen. Vier Eier im Oogonium.

Axillaria. Verzweigung monopodial. Conceptakeln auf kurzen Sexualsprossen, welche einzeln, oder zu mehreren randständigen Gruben entspringen, die in den Achseln kleiner Höcker, rudimentärer Blätter, liegen. Im Oogonium ein Ei.

Seirococcus. Wie vorige, nur an Stelle der Höcker, lange bandartige Blätter. Sexualsprosse kleiner, rosenkranzförmig und regelmässig sowohl der Kante des Hauptsprosses, als auch der Innenkante der Blätter entspringend.

Scytothalia. Wie vorige, nur Blätter kürzer. Sexualsprosse grösser, breit, meist der Kante des Hauptsprosses, selten einzelne auch der inneren Blattkante entspringend.

Phyllospora. Wie vorige, nur Blätter lang, gezähnt. Sexualsprosse gross, den Blättern sehr ähnlich, nur der Kante des Hauptsprosses entspringend.

Marginaria. Blätter schraubelartig geteilt, Sexualsprosse dünn schotenförmig, der Innenkante der Blätter (ob auch der Kante des Hauptsprosses?) entspringend. Im Oogonium ein Ei (?)

IV. Loriformes.

Oltmanns [1]) rechnet zu dieser Gruppe *Himanthalia* und *Xiphophora*. Letztere haben wir bereits bei den Fuceen besprochen, zu welchen sie, wie wir sahen, in naher verwandtschaftlicher Beziehung zu stehen scheint. *Himanthalia* dagegen schliesst sich keiner der Fucaceengruppen an. Wenn sie auch durch ihren anfangs radiären, später bilateralen Bau und die gabelige Verzweigung viel Ähnlichkeit mit den Fuceen zeigt, so weicht sie doch dadurch von dieser Gruppe ab, dass sie zeitlebens mit einer dreiseitigen Scheitelzelle wächst, welche, ähnlich wie bei *Halidrys*, am Grunde einer senkrecht zur Verzweigungsebene verlaufenden Spalte liegt. Ich stelle daher *Himanthalia*, nach dem Vorgang von Oltmanns, in eine besondere Gruppe, welche ich zwischen die beiden mit ihr am meisten Ähnlichkeit zeigenden Gruppen, die Fuceen und Cystosireen einreihe, ohne aber damit andeuten zu wollen, dass ich *Himanthalia* etwa für eine Übergangsform zwischen genannten Gruppen halte.

Was die Schüssel von *Himanthalia* anbelangt, so hält Oltmanns dieselbe für eine spezielle Anpassungserscheinung und daher ohne Bedeutung als Gruppenmerkmal.

[1]) l. c. p. 65 ff.

V. Cystosireen.

Es erscheint mir vorteilhaft diese Gruppe in zwei Unterabteilungen, bilaterale und radiäre Cystosireen zu zerlegen, und zwar rechne ich zu der ersteren die bilateral verzweigten Gattungen: *Halidrys*, *Bifurcaria*, *Carpoglossum*, *Platythalia* und *Platylobium*, während ich in die zweite Unterabteilung die meist radiär verzweigten Gattungen: *Cystosira*, *Cystophyllum*, *Hormophysa*, *Coccophora?*, *Scaberia?*, *Cystophora* und *Landsburgia* stelle.

A. Bilaterale Cystosireen.

a. Halidrys.

Diese Gattung ist durch die Untersuchungen von Oltmanns [1]) zur Genüge bekannt, ich möchte aber doch eine kurze Beschreibung hier beifügen, weil dadurch die folgenden Gattungen leichter verständlich sein dürften.

Die Pflanze besteht aus monopodial in einer Ebene verzweigten mehr oder weniger flachen Sprossen, welche in Lang- und Kurztriebe gesondert sind. Wir unterscheiden einen Hauptspross, welchem ohne Regel, bald ihm gleichgestaltete Langtriebe, bald Kurztriebe entspringen. Letztere bestehen aus Sexualsprossen, schotenförmigen Blasen, kurzen, zahnartigen, vegetativen Sprossen, die wohl rudimentäre Langtriebe vorstellen. Am Scheitel befindet sich am Grunde einer zur Verzweigungsebene senkrechten Spalte eine dreiseitige Scheitelzelle.

b. Bifurcaria.

(Pycnophycus tuberculatus Kütz.)

Diese Pflanze zeigt im Aufbau mit der vorigen Gattung ziemlich viel Ähnlichkeit. Die Verzweigung der verticalen Sprosse ist nicht, wie Agardh [2]) und Kjellmann [3]) angeben, gabelig, sondern erfolgt nach dem monopodialen System. Das Wachstum der Sprosse geht von einer dreiseitigen Scheitelzelle aus. Durch einen Umstand unterscheidet sich *Bifurcaria* jedoch auf den ersten Blick von *Halidrys*, nämlich dadurch, dass die Sprosse scheinbar einem rhizomartigen Körper von knorrigem Aussehen entspringen.

[1]) l. c. p. 41. ff.
[2]) l. c.
[3]) l. c. p. 282.

Dieser besteht aus einem reichverzweigten System von Sprossen, welche in scheinbar ganz unregelmässiger Weise zum Teil horizontal, zum Teil vertical auswachsen, zum Teil als kleine rundliche Höcker, nur in der Anlage vorhanden zu sein scheinen. Wo die Horizontalsprosse mit dem Substrat in Berührung kommen, bilden sie Haftscheiben aus.

Auf die Untersuchung dieses Horizontalsprosssystems kam es mir nun vor allen Dingen an, und wenn mir auch leider keine Keimlinge oder junge Pflanzen vorlagen, so liess sich doch an älteren Exemplaren feststellen, dass wir die Horizontaltriebe als erste Seitentriebe einer Pflanze anzusehen haben. (Ob vielleicht auch der Hauptspross horizontal wächst, liess sich an den älteren Exemplaren nicht ermitteln.) Die Seitentriebe verzweigen sich reichlich und zwar wie die verticalen Sprosse bilateral nach dem monopodialen System.

Ich will nun versuchen die Vorgänge bei der Verzweigung der Horizontalsprosse an der Hand der beigegebenen Figuren etwas zu erläutern.

Fig. 11, Taf. I giebt uns ein Habitusbild eines Stückes des Horizontalsprosssystems in etwa dreifacher Vergrösserung. Bei *H* ist die Hauptachse durchschnitten, das Sprossende liegt vor dem Beschauer. Es verzweigt sich in horizontaler und verticaler Richtung in scheinbar ganz unregelmässiger Weise. Bei *V* erhebt sich ein älterer, oben abgeschnittener, bei V_1 ein jüngerer Verticalspross. An verschiedenen Stellen sehen wir ganz junge Sprossanlagen als wulstige Erhebungen, an deren Scheitel Gruben zu erkennen sind. Bei *S* befindet sich eine Haftscheibe.

Die Sprossenden zeigen fast immer das Bestreben, sich aufzurichten, so bei *A* und *B* in der Fig. 11, Taf. I und die Scheitelgruben kommen dadurch nach oben zu liegen. Infolge dieser Lage erhalten wir mit Schnitten, welche ungefähr parallel der Verzweigungsebene und dem Substrat geführt werden, nicht wie bei den Verticalsprossen Längs-, sondern Querschnitte durch die Scheitelgruben und Scheitelzellen.

An Serien solcher Schnitte liess sich nun feststellen, dass die Verzweigung der Horizontalsprosse, wie schon oben erwähnt, analog derjenigen der Verticalsprosse vor sich geht. Fig. 12, Taf. I giebt in einem Schema die Lage der Scheitelzellen an einem Sprossende wieder. Der Verzweigungsvorgang spielt sich aller Wahrscheinlichkeit nach folgendermassen ab:

Bei *S* liegt die Hauptscheitelzelle, bei *a* und a_1 die von ihr abgegliederten Scheitelzellen der jüngsten Sprossanlagen. *S* und S_1 sind die Scheitelzellen der nächstälteren Seitensprosse, sie haben sich bereits wieder verzweigt, nach *b* und b_1, bezw. *c* und c_1. Die Reihenfolge der Verzweigung ist auch durch Striche zwischen den einzelnen Scheitelzellen angedeutet. Ein Längsschnitt durch eine Scheitelgrube, welche ungefähr derjenigen bei *S* im Schema entspricht, ist in Fig. 13, Taf. I wiedergegeben.

Die Hauptscheitelzelle ist auch hier mit *S*, die beiden jüngsten sind mit *a* und a_1 bezeichnet. Dieser Schnitt zeigt deutlich die Übereinstimmung mit der Scheitelpartie der Verticalsprosse, welche ihrerseits wieder derjenigen von *Halidrys*, wie sie von Oltmanns [1]) abgebildet wurde, gleich gebaut ist.

Den weiteren Verlauf des Wachstums haben wir uns so vorzustellen, dass sich die Hauptscheitelzelle *S* zwischen *a* und a_1 nach vorwärts durchschiebt, während letztere auseinanderrücken und sich ebenfalls teilen, worauf sich derselbe Vorgang wie bei der Hauptscheitelzelle wiederholt. Dadurch dass das Längenwachstum der einzelnen Horizontalsprosse sehr gering ist und die Spross-

[1]) l. c. Taf. XI. Fig. 6

scheitel das Bestreben zeigen, sich nach oben zu richten, kommen die einzelnen Scheitelgruben oft sehr nahe aneinander zu liegen, so dass sich scheinbar am Scheitel eines einzigen Sprosses eine grössere Anzahl Scheitelgruben befinden.

Die verschiedenen Scheitelzellen wachsen nun zum Teil zu Horizontal- zum Teil zu Verticalsprossen aus, während ein anderer Teil wohl latent bleiben dürfte, ein Umstand, welcher hauptsächlich zu dem unregelmässigen Aussehen des ganzen Sprosssystems beiträgt.

Ganz ähnliche Verhältnisse, wie wir sie im Vorstehenden für *Bifurcaria* kennen gelernt haben, nämlich die Bildung von Horizontalsprossen, welche durch Haftscheiben mit dem Substrat verbunden sind, beschreibt Valiante [1]) für *Cystosira crinita*.

Was den anatomischen Bau von *Bifurcaria* betrifft, so ist zu bemerken, dass das Hyphengewebe fehlt.

Die Conceptakeln sind in den Sprossenden letzter Ordnung entwickelt und enthalten zugleich Antheridien und Oogonien. In letzteren befindet sich ein Ei.

c. Carpoglossum.

Kützing [2]) rechnet hiezu zwei Arten *C. constrictum* und *confluens*, während *Agardh* [3]) unter derselben Gattung drei Arten beschreibt, nämlich *C. quercifolium*, *angustifolium* und *confluens*. Kjellmann [4]) endlich giebt an, dass drei Arten zu *Carpoglossum* gerechnet werden, darunter nennt er mit Namen *C. quercifolium*.

Carpoglossum constrictum haben wir bereits unter dem Namen *Axillaria* in der Gruppe der Fuceen kennen gelernt und ich habe nachzuweisen versucht, dass dasselbe aller Wahrscheinlichkeit nach sehr nahe mit *Ascophyllum* verwandt ist.

Es erübrigt also hier nur noch, die drei andern obengenannten Arten zu besprechen.

Im Laufe der Untersuchung der mir in sehr schön erhaltenen Herbarexemplaren vorliegenden Pflanzen, kam ich nun zu der Überzeugung, dass diese drei Arten nicht alle zu derselben Gattung gerechnet werden dürfen. Nur *Carpoglossum quercifolium* und *angustifolium* zeigen hiefür genug übereinstimmende Merkmale.

Carpoglossum confluens hat zwar auch ziemlich viel Ähnlichkeit mit den vorigen, ist aber entschieden näher mit *Halidrys* und *Bifurcaria* verwandt, als erstere, welche mehr *Platylobium* zuneigen.

Ich rechne daher zu der Gattung *Carpoglossum* nur *C. confluens*, während ich die beiden andern unter dem Gattungsnamen *Platythalia* weiter unten kurz beschreiben werde.

Carpoglossum confluens besteht, wie das Habitusbild Fig. 1, Taf. VI zeigt, aus langen, breit bandförmigen, an der Basis verschmälerten Sprossen, welche an manchen Stellen Einschnürungen zeigen. Die Verzweigung erfolgt nach dem monopodialen System und zwar analog derjenigen von *Halidrys*, wie schon ein Blick auf die in Fig. 2, Taf. VI abgebildete Scheitelpartie zeigt. Dieselbe gleicht derjenigen von *Halidrys* auffallend.[5]) Ob das Wachstum von einer dreiseitigen Scheitelzelle ausgeht, konnte an dem Herbarmaterial nicht festgestellt werden, doch liess die Anordnung der Zellen am Grunde der Scheitelgrube auf eine solche schliessen.

[1] l. c. p. 18.
[2]) Tab. phyc. X. Taf. 18, 19.
[3]) Spec. gen. et ord. Alg.
[4]) Engler u. Prantl l. c.
[5]) Vergl. Oltmanns l. c. Taf. XI. Fig. 6.

Auch im anatomischen Bau zeigt *Carpoglossum confluens*, wie schon Oltmanns hervorhob, Übereinstimmung mit *Halidrys*.

Die Conceptakeln sind in den wenig veränderten Zweigen letzter Ordnung entwickelt. Antheridien und Oogonien befinden sich in demselben Conceptaculum. Das Oogonium enthält ein Ei.

Wie die zuweilen, nicht immer, vorkommenden Einschnürungen zustande kommen, wird sich wohl nur an frischem Material und an Keimlingen feststellen lassen.

Nach dem oben über *Carpoglossum confluens* Mitgeteilten, glaube ich, dass wir diese Pflanze mit Recht zu den Cystosireen und zwar in die nächste Verwandtschaft von *Halidrys* rechnen dürfen.

d. Platythalia.

Wie wir auf der Abbildung Fig. 4, Taf. VII sehen, hat die kleinere Art, *Platythalia angustifolia*, flache monopodial verzweigte Sprosse. Dem Hauptspross entspringen mit breiter Basis, ihm gleichgestaltete vegetative Langtriebe und wenig verzweigte sexuelle Kurztriebe, die sich kaum von den vegetativen Sprossen unterscheiden. Die Conceptakeln stehen, über die ganzen Kurztriebe verteilt, in regelmässigen Reihen zu beiden Seiten der Mittellinie.

Bei *Platythalia quercifolia* (Fig. 6, Taf. VII) finden wir dickere Langtriebe und diesen mit verschmälerter Basis entspringende, eichenblattähnliche, unverzweigte Kurztriebe, welche dem Anschein nach teils vegetativer, teils sexueller Natur sind. Letztere scheinen etwas schmäler und regelmässiger gezähnt zu sein.

Im Scheitelwachstum stimmen die beiden Arten *Platythalia angustifolia* und *quercifolia*, sowohl unter sich, als mit *Halidrys* u. s. w. überein, wie schon die in Fig. 5 und 7, Taf. VII abgebildeten Scheitelpartien zeigen. Genaueres über Scheitelzellen, Anzahl der Eier u. s. w. liess sich an dem Herbarmaterial nicht feststellen, doch ist die Gattung jedenfalls zu den Cystosireen zu rechnen und dürfte *Platythalia quercifolia* mit der im folgenden zu besprechenden Gattung *Platylobium* nahe verwandt sein.

Im Habitus und in dem Umstand, dass die Kurztriebe anscheinend in vegetative und sexuelle gesondert sind, zeigt *Platythalia quercifolia*, wie wir sehen werden, sehr viel Ähnlichkeit mit *Landsburgia quercifolia* und diese Ähnlichkeit wird noch gesteigert dadurch, dass der bilaterale Aufbau durch nachträgliche Drehungen zu einem scheinbar radiären wird.

Ob die beiden Arten sich wirklich verwandtschaftlich so nahe stehen, wie es den Anschein hat, liess sich an den wenigen getrockneten Exemplaren, die zur Untersuchung gelangten, nicht feststellen.

e. Platylobium.

Wie Oltmanns [1]) bereits hervorhob, zeigt Platylobium schon bei makroskopischer Betrachtung sehr viel Ähnlichkeit mit *Halidrys* und den ihr nächstverwandten Gattungen.

Dass Platylobium auch wirklich hierher zu rechnen ist, zeigte die mikroskopische Untersuchung.

Die Pflanze ist, wie wir auf dem Habitusbild Fig. 3, Taf. VI sehen, regelmässig mono-

[1]) l. c. p. 50.

podial in einer Ebene aufgebaut. Dem nicht sehr breiten Hauptspross entspringen Seitensprosse, welche in Lang- und Kurztriebe zerfallen. Erstere sind dem Hauptspross gleichgestaltet, letztere breit blattförmig mit verschmälerter, stielartiger Basis. Ihrem Rande entspringen die ihnen sehr ähnlich gebauten Fruchtsprosse.

An Stelle der Fruchtsprosse oder der ganzen Kurztriebe finden sich öfters kugelige Blasen.

Am Scheitel liegt wie bei *Halidrys* in einer trichterförmigen Vertiefung eine dreiseitige Scheitelzelle, überhaupt ist die ganze Scheitelpartie derjenigen von *Halidrys* analog, wie sich aus parallel zur Verzweigungsebene geführten Längsschnitten durch den Vegetationspunkt sowohl der Lang- als der Kurztriebe, erkennen lässt. In Fig. 4, Taf. VI ist ein solcher Längsschnitt abgebildet.

Eigenartig ist die Anordnung der Conceptakeln in den Fruchtsprossen. Sie sind kantenständig, während die aller übrigen Fucaceen flächenständig sind.

Antheridien und Oogonien befinden sich in denselben Conceptakeln. Das Oogonium enthält ein Ei.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass sich *Platylobium* von der vorigen Gattung eigentlich nur dadurch unterscheidet, dass bei ihm die blattartigen Fruchtsprosse nicht direkt dem Hauptspross entspringen, sondern einem ebenfalls blattartigen Kurztrieb, und dass die Conceptakeln kantenständig sind.

f. Myriodesma.

Diese bis jetzt noch nicht genauer untersuchte Gattung, dürfte, soweit sich an einigen gut konservierten Exemplaren von *Myriodesma integrifolia* aus dem Herbar des Herrn Major Reinbold in Itzehoe feststellen liess, sehr nahe mit *Carpoglossum confluens* verwandt sein, und also zu den bilateralen Cystosireen, nicht, wie es bisher meist geschah, zu den Fuceen zu rechnen sein. Doch müssen hierüber genauere Untersuchungen erst entscheiden.

Die Pflanzen bestehen aus flachen, bandförmigen, je nach der Art mehr oder weniger gezähnten, monopodial in einer Ebene verzweigten Sprossen.

Die Conceptakeln sind zu beiden Seiten der Mittellinie fast über alle Sprossteile zerstreut. Im Oogonium ist ein Ei.

B. Radiäre Cystosireen.

a. Cystosira.

Diese artenreiche Gattung ist von Valiante[1]) genau untersucht und beschrieben worden, wenigstens was die im Golf von Neapel vorkommenden Arten betrifft. Sie zeichnen sich meistens durch ihre eigentümliche Gestalt und die Verschiedenheit zwischen dem kurzen stammartigen Hauptspross und den diesem entspringenden Seitensprossen aus. Das Wachstum erfolgt mit einer dreiseitigen Scheitelzelle. Die Verzweigung ist radiär, monopodial und die Seitensprosse stehen wenigstens an älteren Sprossen in $^2/_5$ Stellung.

[1]) Fauna und Flora des Golfs von Neapel. Bd. 7. 1883.

Zu *Cystosira* werden meist eine grössere Anzahl unter verschiedenen Gattungsnamen bekannter Formen gerechnet, wie *Treptacantha*, *Halerica*, *Phyllacantha*, *Sirophysalis*, *Stephanocystis*, *Carpodesmia*. Ob dies mit Recht geschieht, oder ob dieselben, wenigstens zum Teil eigene Gattungen repräsentieren, müssen eingehende Untersuchungen dieser Gruppe lehren. Dass sie mit *Cystosira* sehr nahe verwandt sind, ist aber nicht zweifelhaft.

b. Cystophyllum.

Unter dieser Gattung beschreibt Agardh[1]) eine Anzahl Arten, welche zum Teil sicher zu den mit *Cystosira* vereinigten Gattungen zu rechnen sind. *Cystophyllum* soll sich nach Kjellmann[2]) hauptsächlich dadurch von *Cystosira* unterscheiden, dass die blasenförmigen Auftreibungen und Conceptakeln auf die Endzweige beschränkt sind, im übrigen scheinen beide Gattungen so ziemlich übereinzustimmen.

Die Seitensprosse von *Cystophyllum muricatum* sind von verschiedenartigster Gestalt, teils blattartig, teils stielrund. Die Conceptakeln tragenden Endzweige sind meist aufgeblasen und von rosenkranzartigem Aussehen.

c. Hormophysa.

Diese eigentümliche Gattung mit ihren dreiseitig geflügelten Sprossen, wird von Agardh und Kjellmann ebenfalls zu *Cystosira* gerechnet, doch glaube ich, dass man berechtigt ist, sie als selbständige Gattung, wenn auch in nächster Nähe von *Cystosira* aufzustellen. Genauere Untersuchungen müssen hierüber noch Aufschluss geben.

d. Coccophora.

Coccophora wurde von Kützing[3]) in die Verwandtschaft von *Sargassum* gerechnet, während Kjellmann[4]) sie neben Ascophyllum stellt. Warum letzteres geschah, ist mir nicht ersichtlich, da wir es hier doch offenbar mit einer den vorigen Gattungen sehr nahestehenden Form zu thun haben. Agardh[5]) rechnet sie auch zur Gattung *Cystosira* und Miss A. L. Smith[6],) welche die Pflanze genauer untersucht hat, giebt ihr einen Platz zwischen *Cystophora* und *Scaberia*, also auch in nächster Nähe von *Cystosira*.

Coccophora besteht aus einem Hauptspross, welchem in radiärer Anordnung teils ihm gleichgestaltete Langtriebe, teils Kurztriebe entspringen. Letztere sind von verschiedener Gestalt und zwar finden wir mehr oder weniger flache vegetative Triebe, welche gegen das Ende der Hauptsprosse zu in Fruchtsprosse übergehen. Sie sind dann an ihren Enden kugelig aufgetrieben und tragen in den Wänden der so gebildeten Blasen die Conceptakeln.

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) l. c. Bd. XI. Taf. 48.
[4]) l. c. p. 281.
[5]) l. c.
[6]) Murray's phycological Memoirs Part II Nr. VI.

Wir haben solche Übergänge von vegetativen Kurztrieben zu Fruchtsprossen auch bei *Cystophyllum muricatum* gesehen.

Ich glaube daher, dass man *Coccophora* zwischen *Cystophyllum* und die im Folgenden noch zu beschreibende *Cystophora* zu stellen hat.

e. Scaberia.

Leider stand mir von dieser äusserst merkwürdigen, in ihrem Aufbau schwer zu enträtselnden Alge kein Alkoholmaterial zur Verfügung und wenn ich auch von aufgeweichtem Material verschiedene Vegetationspunkte nach bekanntem Verfahren in Paraffin einbettete und auf Mikrotomschnitten untersuchte, so reichten die Untersuchungen doch nicht viel weiter, als um schon Bekanntes zu bestätigen.

Doch scheint mir soviel sicher, das *Scaberia* an den Platz, den ihr Kjellmann[1]) anweist, nämlich zwischen *Phyllospora* und *Bifurcaria*, nicht hingehört. Agardh bringt sie ebenfalls neben *Phyllospora*, aber andererseits auch neben *Coccophora*, was mir mehr Berechtigung zu haben scheint, denn ich glaube, man darf *Scaberia*, wenn auch bis auf weiteres mit Fragezeichen, zu den Cystosireen rechnen. Auch Kützing[1]) bringt die Abbildung neben derjenigen von *Coccophora*.

Scaberia besteht aus stielartigen, scheinbar unregelmässig radiär verzweigten Hauptsprossen, welche dicht bedeckt sind von schildförmigen Kurztrieben, die auf ihrer Aussenseite warzige, mit stachligen, borstenartigen Haaren besetzte Höcker tragen. Derartige Haare sind, soviel mir bekannt, noch bei keiner andern Fucacee beobachtet worden.

In den, zum Teil zu Blasen aufgetriebenen, Kurztrieben sind die Conceptakeln entwickelt. Dieselben enthalten zugleich Antheridien und Oogonien. Im Oogonium befindet sich ein Ei.

Am Scheitel von *Scaberia* sieht man eine flache Grube, um welche die jüngsten Seitensprosse stehen, ob in $^2/_5$ Stellung, konnte nicht ermittelt werden, ebensowenig war weder für den Hauptspross, noch für die Seitentriebe, eine Scheitelzelle nachzuweisen, ich zweifle aber nicht, dass bei gutem Material eine solche zu finden sein wird.

f. Cystophora.

Wie bei *Cystosira* haben wir auch in *Cystophora* eine sehr formenreiche Gattung vor uns, unter welcher, wohl mit Recht, verschiedene andere Gattungen, wie *Blossevillea* u. s. w. vereinigt werden. Dass *Platylobium*, welches Kjellmann ebenfalls zu *Cystophora* rechnet, nicht hierher, sondern in die Verwandtschaft von *Halidrys* gehört, haben wir bereits weiter oben gesehen.

Die verschiedenen, unter dem Gattungsnamen *Cystophora* vereinigten Arten zeigen einen ziemlich verschiedenen *Habitus*. Sie sind meist radiär, zum Teil auch bilateral verzweigt; manchmal sind auch beide Verzweigungsmodi vereint und zwar so, dass die vegetativen Sprosse bilateral, die Fruchtsprosse radiär verzweigt sind. Der Aufbau ist stets monopodial und die Verzweigung erfolgt analog derjenigen von *Cystosira* bezw. von *Halidrys*. Das Scheitelwachstum geht von einer dreiseitigen Scheitelzelle aus.

Blasen treten an Stelle der ganzen Fruchtsprosse, oder an Stelle eines Endzweiges auf.

[1]) l. c. p. 282.

Manche Arten sind von den Seiten stark zusammengedrückt, die nach abwärts gebogene Basis der Seitentriebe ist manchmal stark verbreitert und sitzt schuppenartig dem Hauptspross auf. Die Seitentriebe werden bei vielen Arten sehr bald abgeworfen, und zwar brechen sie nie ganz dicht am Hauptspross ab, sondern es bleibt immer das schuppenförmige Stück der Basis erhalten, das rechtwinklig oder in einem spitzen Winkel nach unten vom Hauptspross, bezw. der Hauptachse der Seitensprosse absteht. Die Pflanzen erhalten dadurch oft ein ganz eigentümliches filigranartiges Aussehen. Das Abbrechen der Seitentriebe erfolgt immer an einer bestimmten Stelle, ich konnte aber an derselben keinen Unterschied im Gewebe gegenüber demjenigen in den übrigen Teilen der Sprosse finden.

g. Landsburgia.

Diese offenbar ziemlich seltene Fucacee, scheint mir unter den Cystosireen die höchst entwickelte zu sein.

Da die von Harvey [1]) veröffentlichte Abbildung der Wirklichkeit nicht vollständig entspricht, füge ich in Fig. 1 und 2, Taf. VII zwei Habitusbilder bei, welche sich gegenseitig ergänzen. Das in Fig. 1, Taf. VII abgebildete Exemplar befindet sich im Herbar der Universität Strassburg, während Fig. 2, Taf. VII eine dem Herrn Major Reinbold in Itzehoe gehörige Pflanze wiedergiebt.

An diesen Abbildungen sehen wir nun, dass einem annähernd stielrunden Hauptspross allseitig Seitensprosse entspringen, und zwar bestehen dieselben teils aus dem Hauptspross gleich gestalteten Langtrieben, teils aus blattartigen, vegetativen und etwas kleineren, sonst aber letzteren sehr ähnlichen sexuellen Kurztrieben.

Nach der Harvey'schen Abbildung hat es den Anschein, als ob wir hier den Sargasseen ganz analoge Verhältnisse hätten. Darnach würden die vegetativen Kurztriebe dem für die Sargasseen charakteristischen, an der Basis der Äste höherer Ordnung auftretenden Flachsprossen, die Fruchtsprosse dagegen dem andern Teil der betreffenden Äste entsprechen.[2]) Dem ist aber nicht so, sondern wie die Untersuchung ergab und wie auch auf unsern Abbildungen deutlich zu sehen entspringen beiderlei Sprosse einzeln dem Hauptspross, in gleicher Anordnung wie die Seitentriebe von *Cystophora* und *Cystosira*[3]).

An einer in Fig. 3, Taf. VII wiedergegebenen Oberflächenansicht des Scheitels von *Landsburgia* können wir auch dessen Übereinstimmung mit demjenigen von *Cystosira* feststellen. Das Bild gleicht dem von Valiante für Letztere gegebenen auffallend. Wir können daran auch feststellen, dass die Seitensprosse in $^2/_5$ Stellung angeordnet sind.

Vegetative Sprosse und Fruchtsprosse wechseln mit einander ab und zwar so, dass zuerst eine Zeit lang nur vegetative Sprosse gebildet werden, dann nur sexuelle, hierauf wieder vegetative u. s. f.

Die ausgewachsenen Sprosse werden bald abgeworfen, und der Hauptstamm erhält dadurch das Aussehen eines mit Blattnarben bedeckten Astes einer kleinblättrigen Eiche.

---

[1]) Phycologia australis.

[2]) Vergl. Oltmanns, l. c. pag. 56. Taf. XII, Fig. 4.

[3]) Vergl. Valiante, l. c. Taf. 2.

Leider stand mir von *Landsburgia* kein Alkoholmaterial zur Verfügung, und ich musste mich mit der mikroskopischen Untersuchung aufgeweichter Teile begnügen.

Am Scheitel eines jeden Sprosses liegt in einer trichterförmigen Grube eine Scheitelzelle. Von welcher Gestalt dieselbe ist, konnte nicht festgestellt werden.

Der anatomische Bau zeigt keinerlei Besonderheiten.

Die Conceptakeln sind höchst wahrscheinlich eingeschlechtig und im Oogonium befindet sich nur ein Ei.

Eine kurze Übersicht über die im Vorhergehenden besprochene Gruppe der Cystosireen, soll uns die charakteristischen Eigenschaften derselben, sowie der einzelnen Gattungen nochmals vor Augen führen.

Cystosireae. Sie wachsen alle, wenigstens in älteren Stadien (für die Keimlinge wurde dies bisher nur bei *Cystosira* nachgewiesen), mit einer dreiseitigen Scheitelzelle. Verzweigung stets monopodial, radiär oder bilateral, oder beides vereint. Conceptakeln entweder in den oberen Enden der Langtriebe oder in besonderen Kurztrieben. Im Oogonium ein Ei.

Bilaterale Cystosireen.

Halidrys. Spross mehr oder weniger zusammengedrückt, in Lang- und Kurztriebe gesondert. Letztere aus Sexualsprossen und schotenförmigen, gekammerten Blasen bestehend.

Bifurcaria. Pflanze aus stielrunden, zum Teil rhizomartig auf dem Substrat kriechenden und demselben mit Haftscheiben aufsitzenden, zum Teil aufrechten, dem scheinbaren Rhizom entspringenden Sprossen Conceptakeln in den etwas angeschwollenen Sprossenden.

Carpoglossum. Sprosse flach, bandförmig, an der Basis verschmälert. Conceptakeln in den wenig veränderten Sprossenden letzter Ordnung. Sprosse zuweilen unregelmässig eingeschnürt.

? **Myriodesma.** Sprosse flach, bandförmig, mehr oder weniger gezähnt. Conceptakeln zu beiden Seiten der Mittellinie fast über den ganzen Spross zerstreut.

Platythalia. Spross flach, in Lang- und Kurztriebe gesondert. Letztere entweder vegetativer oder sexueller Natur, teils dem Hauptspross gleich gestaltet, teils eichenblattartig.

Platylobium. Spross flach, in Lang- und Kurztriebe gesondert. Letztere tragen auf den Kanten kurze breite Sexualsprosse. Conceptakeln in regelmässiger Anordnung kantenständig. An Stelle der ganzen Kurztriebe oder der Sexualsprosse öfters kugelige Blasen.

Radiäre Cystosireen.

Cystosira. Sehr artenreiche Gattung von verschiedenartigster Gestalt. Meist ein kurzer, stammförmiger Hauptspross mit langen Seitensprossen. Sprosse mit vereinzelt, oder kettenförmig auftretenden blasigen Auftreibungen. Conceptakeln meist in den mehr oder weniger umgewandelten Sprossenden.

Cystophyllum. Der vorigen sehr ähnlich, aber blasenförmige Auftreibungen und Conceptakeln auf die Endzweige beschränkt.

Hormophysa. Sprosse stielrund, teilweise blasig aufgetrieben, dreiseitig geflügelt. Flügel gezähnt. Conceptakeln über den ganzen Spross zerstreut.

Coccophora. Sprosse stielrund mit seitlichen Lang- und Kurztrieben. Letztere klein stielrund oder blattartig, gegen das Ende der Hauptsprosse in Sexualsprosse übergehend. Diese an den Spitzen blasig aufgetrieben.

? **Scaberia.** Stielrunder Hauptspross mit schuppenförmigen, warzigen Seitensprossen. Letztere die Conceptakeln tragend, zum Teil blasig aufgetrieben.

Cystophora. Sehr formen- und artenreiche Gattung. Meist radiär, zuweilen auch bilateral verzweigt; manchmal beide Verzweigungsmodi in derselben Pflanze vereinigt. Seitentriebe oft nach unten gebogen, bei vielen Arten bald an der Basis abbrechend, wobei immer ein schuppenförmiges Basalstück am Hauptspross erhalten bleibt. Conceptakeln in oft blasig aufgetriebenen Sexualsprossen.

Landsburgia. Annähernd stielrunder Hauptspross mit Seitensprossen, welche teils aus ihm gleichgestalteten Langtrieben, teils aus blattartigen vegetativen und wenig von diesen verschiedenen sexuellen Kurztrieben bestehen.

VI. Sargasseen.

Diese formenreiche Gruppe zeigt in vielen Punkten Übereinstimmung mit der vorigen, und es lassen sich manche Übergänge zwischen beiden feststellen. Durch ein charakteristisches Merkmal unterscheiden sich jedoch alle in der Gruppe der Sargasseen zusammengefassten Gattungen von den übrigen. Sie tragen nämlich an der Basis der Äste höherer Ordnung, einen oder zwei, sich durch ihre Gestalt und Grösse von den übrigen Sprossen unterscheidende Flachsprosse, in deren Achseln scheinbar die betreffenden Äste sitzen.

Zwei Habitusbilder von *Carpophyllum Phyllanthus* sollen zur Erläuterung dienen. Fig. 5, Taf. VI stellt einen fruktifizierenden, Fig. 6, Taf. VI einen sterilen Zweig obiger Pflanze dar.

Der Aufbau der Sargasseen ist bilateral oder radiär, mit Übergängen zwischen beiden Arten. Die Verzweigung scheint stets monopodial zu sein. Das Wachstum geht von einer dreiseitigen Scheitelzelle aus. Im Oogonium scheint immer nur ein Ei enthalten zu sein.

Meine Untersuchungen erstreckten sich nur auf Herbarmaterial und lieferten nichts Neues, ich werde mich daher damit begnügen der Vollständigkeit halber eine kurze Übersicht über die Hauptgattungen beizufügen.

Anthophycus. An der Basis der Äste höherer Ordnung immer zwei (manchmal auch mehr?) Flachsprosse, von denen der erste oft lang bandartig, der zweite meist zur Blase umgewandelt ist. Sprosse teils flach, teils gerundet. Aufbau monopodial in einer Ebene.

Carpophyllum. Alle Sprosse mit Ausnahme der sexuellen Kurztriebe flach. Aufbau und Verzweigung wie vorige. Häufig nur ein Flachspross an der Basis der Seitenäste.

Contarinia. Sprosse flach, bilateral verzweigt. Seitensprosse breit, an der Basis verschmälert, scheinbar genau achselständige flache Äste mit Sexualsprossen tragend. Letztere in Gruppen auf den Kanten der Äste vorhergehender Ordnung.

Pterocaulon. Breiter, monopodial in einer Ebene verzweigter Spross mit breiten ungeteilten Seitensprossen, welche den ersten Ast des scheinbar in ihren Achseln stehenden Systems von Sexualsprossen bilden.

Sargassum. Sehr artenreiche Gattung, teils radiär, teils bilateral verzweigt. Erster Basalspross der Äste höherer Ordnung immer blattförmig, meist erheblich grösser als die übrigen.

Turbinaria. Aufbau radiär. Erster Basalspross der seitlichen Kurztriebe kreiselförmig hohl.

Zum Schlusse sei hier noch eine kurze Übersicht über die ganze Familie der Fucaceen beigefügt, in der Anordnung der Gruppen und Gattungen, wie sie sich aus vorstehenden Untersuchungen ergeben hat.

Fucaceen.

I. Durvilleen.

Durvillaea (incl. *Sarcophycus* und *Ecklonia*), *Splachnidium?*

II. Hormosireen.

Hormosira, *Notheia*.

III. Fuceen.

Fucus, *Pelvetia*, *Xiphophora*, *Ascophyllum*, *Axillaria*, *Scirococcus*, *Scytothalia*, *Phyllospora*, *Marginaria*.

IV. Loriformes.

Himanthalia.

V. Cystosireen.

A. Bilaterale Cystosireen.

Halidrys, *Bifurcaria*; *Carpoglossum*, *Myriodesma?*, *Platythalia*, *Platylobium*.

B. Radiäre Cystosireen.

Cystosira (incl. *Halerica* etc.), *Cystophyllum*, *Hormophysa*, *Coccophora*, *Scaberia?*, *Cystophora* (incl. *Blossevillea* etc.), *Landsburgia*.

VI. Sargasseen.

Anthophycus, *Carpophyllum*, *Cantarinia*, *Pterocaulon*, *Sargassum* (incl. *Halochloa* etc.), *Turbinaria*.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Habitusbild von *Hormosira Labillardieri.* Natürliche Grösse.
Fig. 2. Längsschnitt durch *Hormosira Labillardieri.* 10 : 1 (halbschematisch).
Fig. 3. *Hormosira,* Querschnitt durch Scheitelzellen (4). 300 : 1.
Fig. 4. „ „ „ „ (3). 300 : 1.
Fig. 5. „ Längsschnitt durch Scheitelzellen. 300 : 1.
Fig. 6. „ Querschnitt durch den Vegetationspunkt, Beginn der Verzweigung. 300 : 1.
Fig. 7. „ „ „ „ „ „ „ „
Fig. 8. „ Querschnitt durch den Vegetationspunkt nach der Verzweigung. 100 : 1.
Fig. 9. Fig. 10. „ Querschnitt durch den Spross, Hohlräume. 20 : 1.
Fig. 11. *Bifurcaria,* Horizontalsprosssystem. 3 : 1.
Fig. 12. „ Querschnitt durch den Vegetationspunkt eines Horizontalsprosses (Schema).
Fig. 13. „ Längsschnitt „ „ „ „ „ „

Tafel II.

Fig. 1. *Nothcia anomala,* Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 2. „ „ junge Pflanze auf *Hormosira.* 10 : 1 (halbschematisch).
Fig. 3. „ Conceptaculum mit Seitensprossen und Oogonien. 50 : 1.
Fig. 4. „ Querschnitt durch den Vegetationspunkt, drei Scheitelzellen. 500 : 1.
Fig. 5. „ Längsschnitt durch den Vegetationspunkt. 300 : 1.
Fig. 6. „ „ „ „ „ Bildung des Conceptaculums. 300 : 1.
Fig. 7. „ „ „ ein Initialhaar. Bildung des Conceptaculums. 300 : 1.
Fig. 8. „ „ „ „ junges Conceptaculum. 300 : 1.
Fig. 9. „ „ „ „ „ „ „
Fig. 10. „ Querschnitt mit Conceptaculum und zwei Seitensprossen. 20 : 1 (halbschemat.).
Fig. 11. „ Längsschnitt der Seitensprossanlage. 480 : 1.
Fig. 12. „ „ „ „ „
Fig. 13. „ „ durch einen jungen Seitenspross. 300 : 1.
Fig. 14. „ „ eines Conceptaculums mit jungem Seitenspross. 40 : 1 (halbschem.).

Tafel III.

Fig. 1. *Scirococcus,* Längsschnitt durch den Vegetationspunkt (Schema).
Fig. 2. „ „ „ „ „ 480 : 1.
Fig. 3. „ Querschnitt durch den Vegetationspunkt. 300 : 1.

Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7. } *Scirococcus*, Längsschnitte durch die Fruchtsprossinitialen. 230 : 1.

Fig. 8. „ Längsschnitt durch die Scheitelzelle mit Segmenten. 300 : 1.
Fig. 9. „ „ „ „ „ Tochter-Scheitelzellen. 230 : 1.
Fig. 10. „ „ durch junge Fruchtsprosse. 150 : 1.

Tafel IV.

Fig. 1. *Scirococcus axillaris*, Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 2. „ „ Fruchtsprosse. 20 : 1 (halbschematisch).
Fig. 3. *Scytothalia dorycarpa*, Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 4. *Phyllospora comosa*, junger Fruchtspross. 20 : 1.
Fig. 5. *Axillaria constricta*, Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 6. „ „ Scheitelpartie. 2 : 1.

Tafel V.

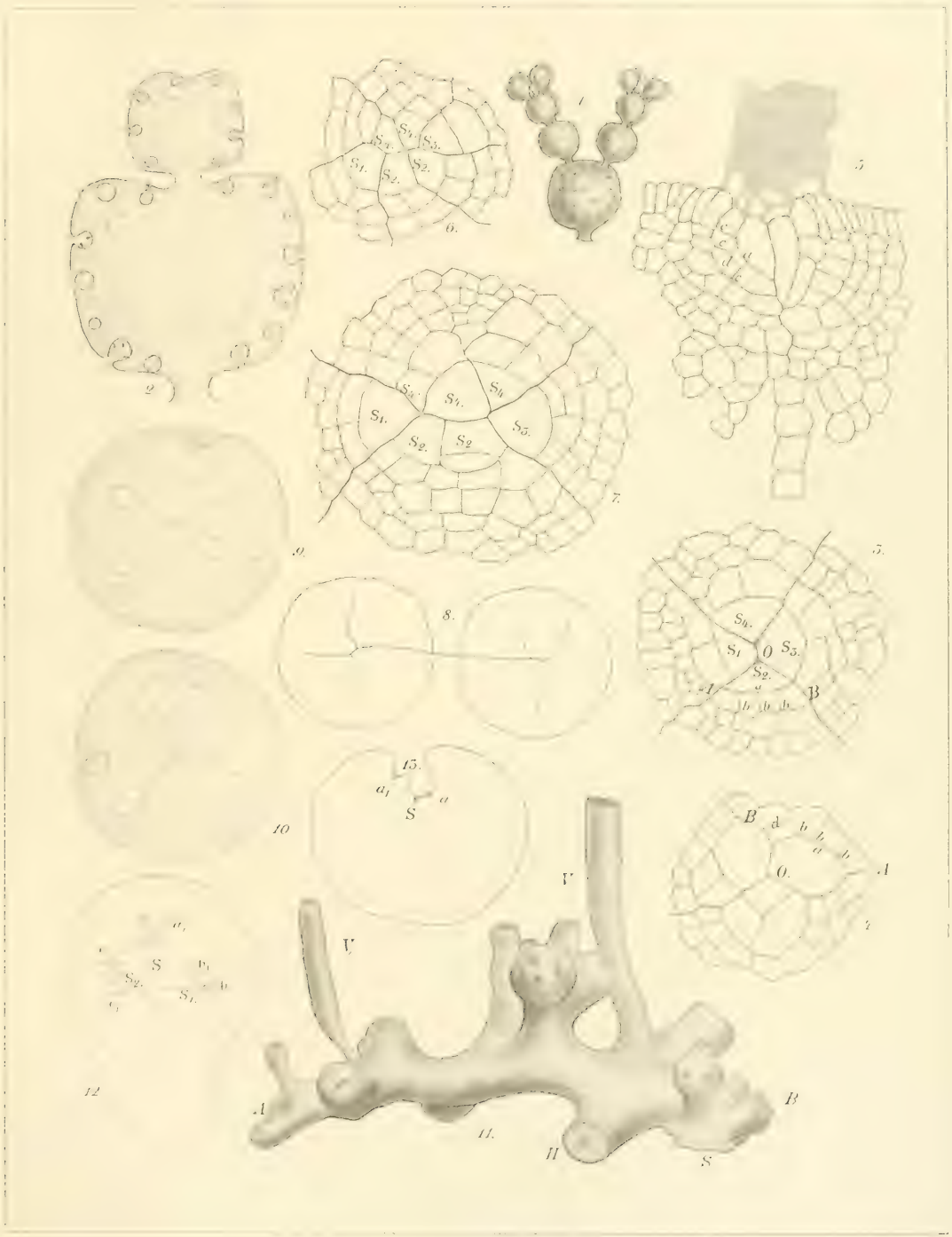
Fig. 1. *Phyllospora comosa*, Habitusbild. Natürliche Grösse.

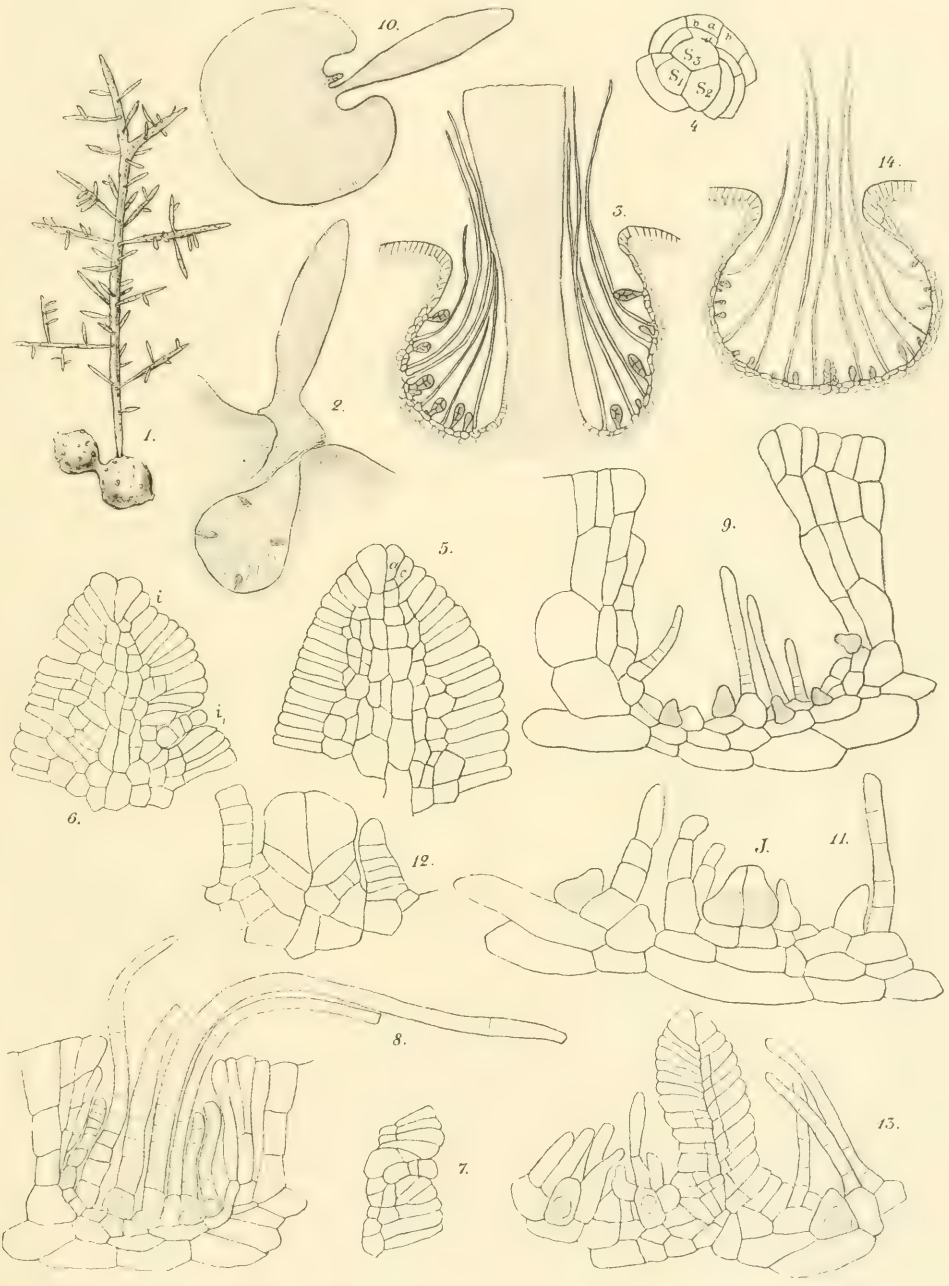
Tafel VI.

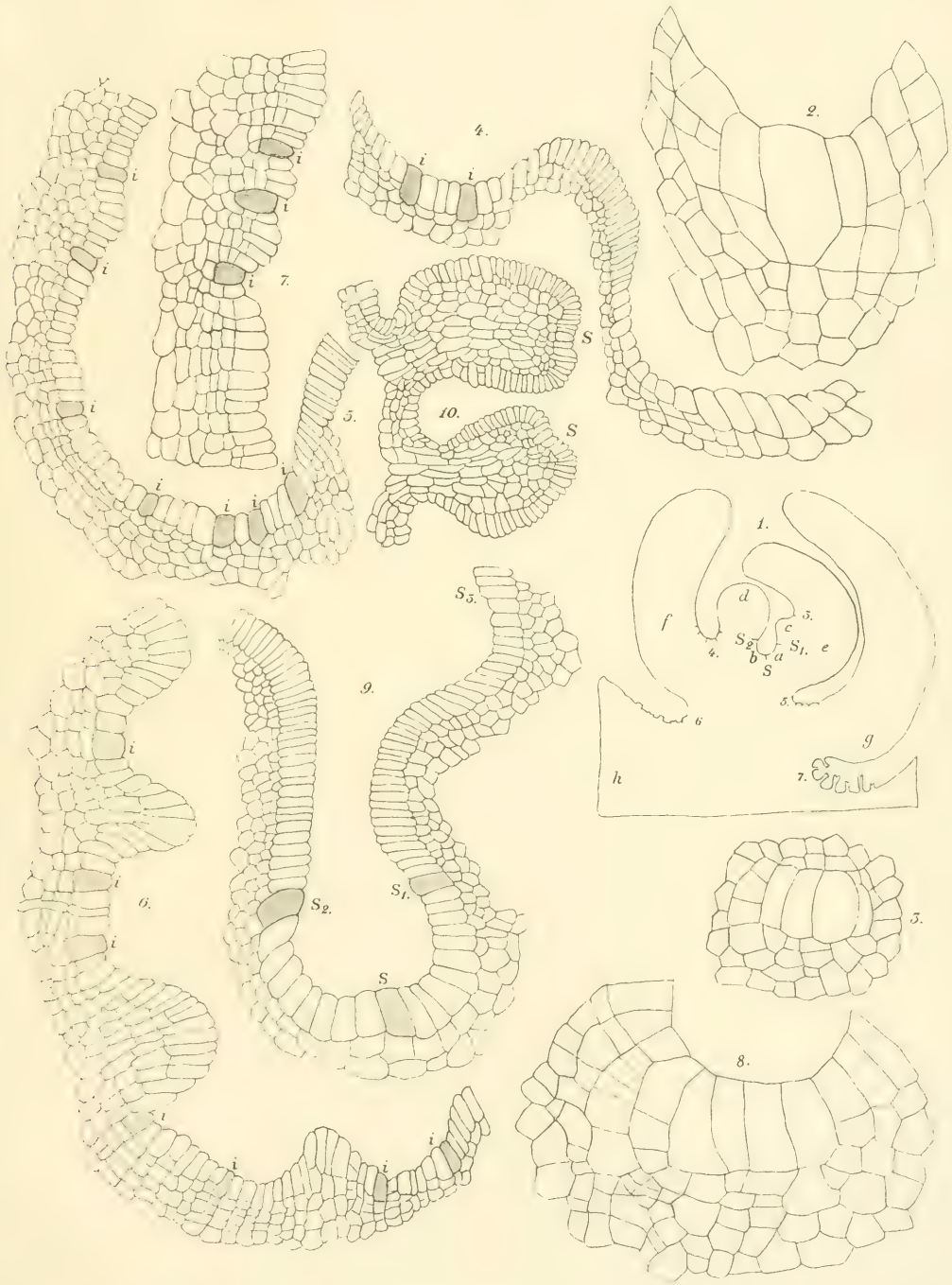
Fig. 1. *Carpoglossum confluens*, Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 2. „ „ Scheitelpartie. 2 : 1.
Fig. 3. *Platylobium*, Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 4. „ Scheitelpartie. 10 : 1.
Fig. 5. *Carpophyllum Phyllanthus*, fertiler Ast
Fig. 6. „ „ steriler Ast } Habitusbild. Natürliche Grösse.

Tafel VII.

Fig. 1. *Landsburgia quercifolia*, Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 2. „ „ „ „ „
Fig. 3. „ „ „ Scheitelpartie, von oben. 10 : 1.
Fig. 4. *Platythalia angustifolia*, Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 5. „ „ Scheitelpartie. 2 : 1.
Fig. 6. *Platythalia quercifolia*, Habitusbild. Natürliche Grösse.
Fig. 7. „ „ Scheitelpartie. 2 : 1.

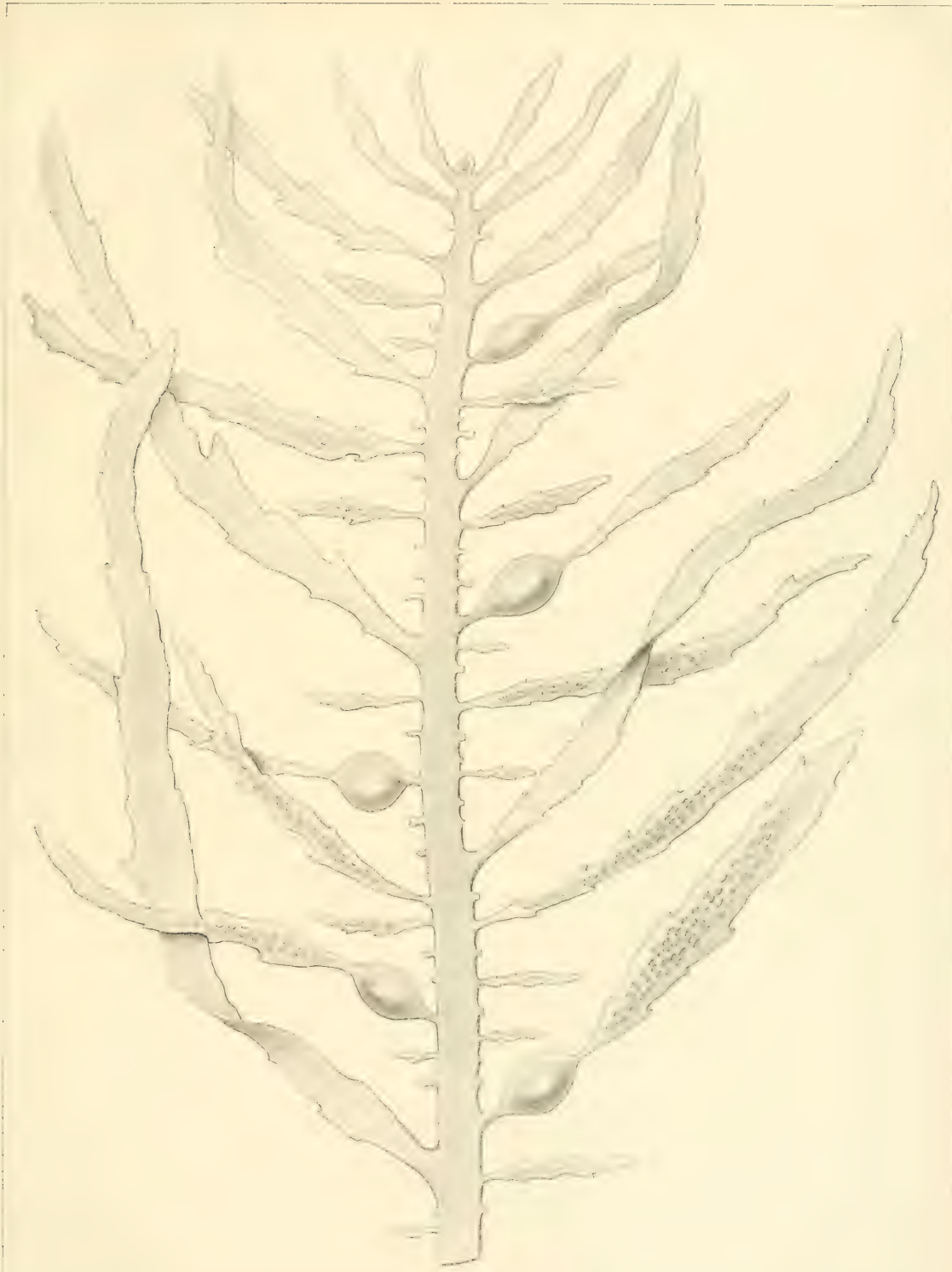

1
2
3
4
5
6.
7.
8.
9.
10
11.
12
13.
S1.
S2.
S3.
S4.
S
O
A
B
V
H


10.
4
S3
S1
S2
14.
5.
1.
2.
9.
5.
i
i1
6.
12.
J.
11.
8.
7.
13.



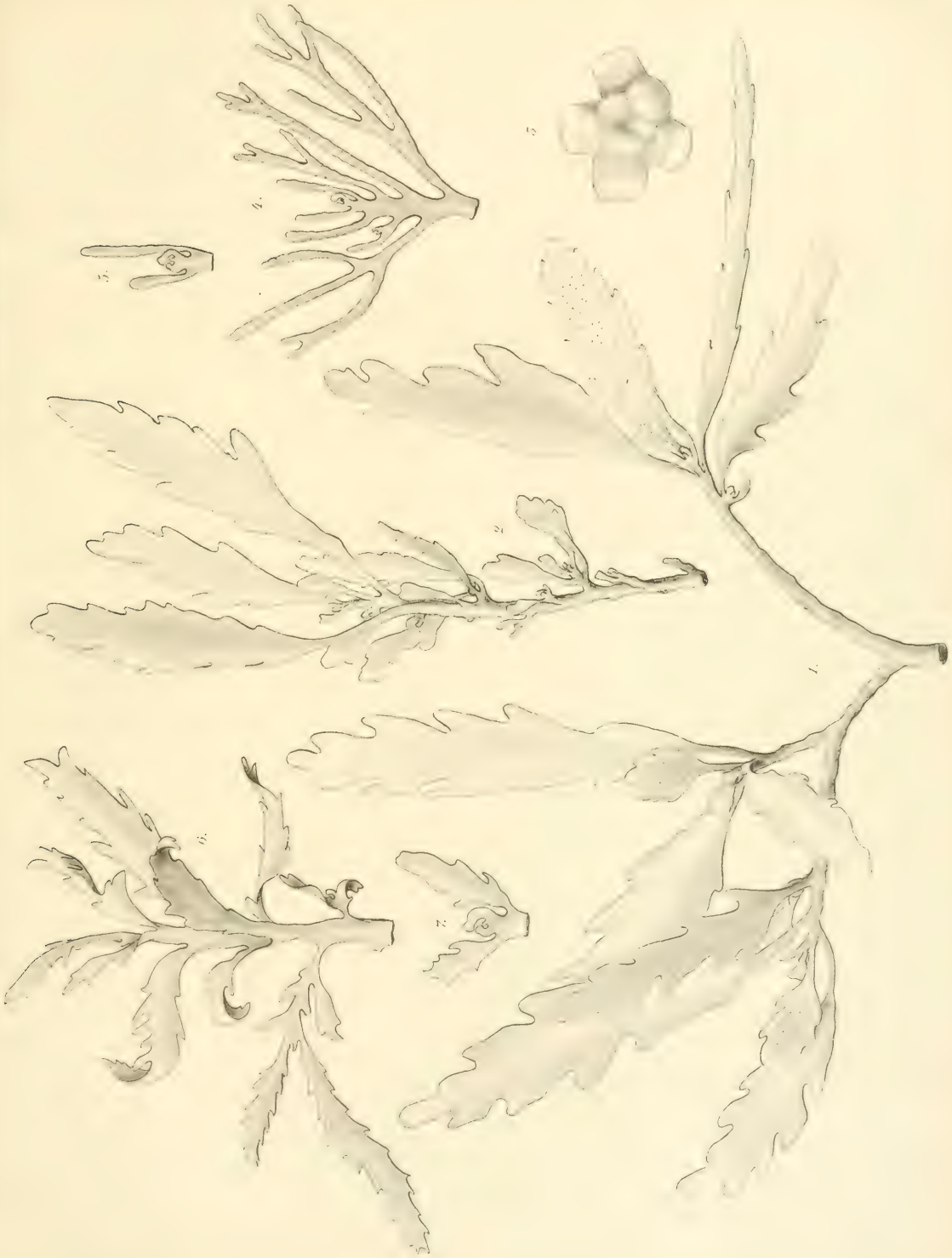
Lichtdruck d. Hofkunstanstalt v. Martin Rommel & Co. Stuttgart

1.
2.
3.
4.
5.
6.



Erich Nägele Stuttgart. Lichtdruck d. Hofkunstanstalt v. Marquardsen & Co. Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart Lichtdruck d. Hofkunstanstalt v. Martin Rommel & Co. Stuttgart



Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Prof. Dr. B. Frank**

Königsberg i./Pr. **Berlin.**

Inhalt der einzelnen Hefte:

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. H.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. I. Theil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.,** Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil,** Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II. Theil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg,** Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter,** Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farb. Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.,** Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.,** Blüthenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 20 Mark.
22. **Karsten, G.,** Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen. Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.,** Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.,** Ueber die Rindenknollen der Rothbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von,** Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
27. **Buchenau, Prof. Dr. Fr.,** Ueber den Aufbau des Palmiet-Schilfes aus dem Caplande. (Prionium serratum Drège.) Mit 3 teilweise colorierten Tafeln. Preis 18 Mark.
28. **Luerssen, Prof. Dr. Chr.,** Beiträge zur Kenntniss der Flora West- und Ostpreussens. I.—III. Mit 23 Tafeln Preis 65 Mark.
29. **Pohl, Dr. Jul.,** Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Mit 4 Tafeln. Preis 8 Mark.
30. **Elfert, Dr. Th.,** Ueber die Auflösungsweise der secundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
31. **Groppler, Dr. Rob.,** Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Mit 4 Tafeln. Preis 12 Mark.
32. **Jungner, J. R.,** Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Mit 3 Tafeln. Preis 10 Mark.
33. **Mäule, C.,** Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung. Mit 2 Tafeln. 1895. Preis 8 Mark.
34. **Jarius,** Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung. Mit 1 Tafel. 1896. Preis 7 Mark.
35. **Schlickum, A.,** Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen. Mit 5 Tafeln. 1896. Preis 24 Mark.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 39.

Über Lösung und Bildung der aus Hemicellulose bestehenden Zellwände und ihre Beziehung zur Gummosis

von

Dr. J. Grüss.

Mit 1 Tafel.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in **Königsberg i./Pr.**

und

Prof. Dr. B. Frank
in **Berlin.**

Heft 39.

Dr. J. Grüss:

Über Lösung und Bildung der aus Hemicellulose bestehenden Zellwände und ihre Beziehung zur Gummosis.

Mit 1 Tafel.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Über Lösung und Bildung

der aus

Hemicellulose bestehenden Zellwände

und ihre

Beziehung zur Gummosis.

Von

Dr. J. Grüss.

Mit 1 Tafel.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Über Lösung und Bildung der aus Hemicellulose bestehenden Zellwände und ihre Beziehung zur Gummosis.

Es ist wahrscheinlich, dass in den grünen beleuchteten Zellen die Zuckerbildung dem Entstehen der Stärke vorangeht. Unter dem Einfluss des Lichtes wird nach dieser Annahme von der Hydrokohlensäure Sauerstoff abgespalten; die Molekülreste vereinigen sich und geben schliesslich Dextrose. Es folgt nun ein zweiter Vorgang: mehrere Dextrosemoleküle vereinigen sich unter Abspaltung von Wasser und bilden vielleicht erst intermediär die Dextrine und dann die Stärke. Dieser Prozess, zu welchem keine Lichtwirkung nötig ist, tritt ganz allgemein in der Zelle unter den verschiedensten Bedingungen auf. Ich will ihn der Abkürzung halber mit Dehydrokondensation bezeichnen, weil unter Abgabe von Wasser mehrere Zuckermoleküle sich vereinigen, also gewissermassen sich zu einem einzigen Molekül kondensieren. Ein Beispiel hiefür ist auch die Bildung des Rohrzuckers in der Zuckerrüben: $2\ \begin{matrix}CH_2OH\\(CHOH)_4\\COH\end{matrix} = C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O.$

In gleicher Weise erfolgt die Bildung der Reservecellulose aus *Mannose:* $n\ C_6H_{12}O_6 = C_{6n}H_{10n}O_{5n} + n\ H_2O$. Dieses Kohlenhydrat wäre als *Mannan* zu bezeichnen. Die Gleichung, in der n wohl sehr variabel ist, gilt für die meisten unlöslichen Kohlenhydrate, deren Moleküle aus Zuckergruppen aufgebaut sind. Es kann eine Abänderung dadurch erfolgen, dass ein Teil des Wassers $n\ H_2O$ in dem Molekül $C_{6n}H_{10n}O_{5n}$ verbleibt wie z. B. bei der Bildung des Rohrzuckers. Die Bezeichnung richtet sich nach der Zuckerart. So ist z. B. das Galactanmolekül aus der Vereinigung von mehreren Molekülen Galactose unter Wasseraustrittt entstanden. Die Art und Weise, in welcher dieser Dehydrokondensations-Prozess stattfindet, kann sehr verschieden ausfallen: der Faktor n in der obigen Gleichung ist wahrscheinlich auch für die Bildung ein und desselben Kohlenhydrats nicht konstant, wodurch die verschiedenen Modifikationen entstehen können, welche man als *Para-Meta-* etc. Verbindungen bezeichnet.[1])

In ähnlicher Weise wie die *Hexosen* verhalten sich auch die *Pentosen*, deren Kohlenhydrate durch die Bruttoformel $n\ C_5H_8O_4$ angegeben ist. Ein Beispiel hiefür bildet das *Araban*, welches aus mehreren Molekülen *Arabinose* unter Wasseraustritt entsteht.

Für ein fertig ausgebildetes Hemicellulose-Molekül ist wohl der Faktor n konstant. Wird aber der Bildungsprozess nicht zu Ende geführt, so dass n für den betreffenden Körper einen geringeren Betrag erhält, so resultiert ein Kohlenhydrat, welches den Charakter eines Dextrins oder Gummis besitzt. Diese Körper benennt man nach der betreffenden Zuckerart mit Anhängung der Silbe „in"; so würde also die *Mannose* durch Dehydrokondensation *Mannin* und schliesslich *Mannan*

[1]) S. E. Schulze: Zur Chemie der pflanzlichen Zellmembran. Zeitschr. f. phys. Chemie 1892. Bd. XVI. p. 391.

liefern. In der Natur kommen die Kohlenhydrate, die man als Hemicellulosen bezeichnet, meist nicht allein vor, sondern als Gemenge. Dies gilt zunächst von der als „Reservecellulose“ bezeichneten Substanz in den verdickten Zellwänden des Dattelkernes. Dieselbe besteht nach E. Schulze aus zwei Hemicellulosen: aus *Mannan* und *Galactan*.

Wenn man die fein zerriebene Masse des Dattelkerns, welche man zur Enfettung mit Alkohol-Äther und zur Entfernung der Eiweissstoffe mit verdünnter Kalilauge behandelt, der Hydrolyse durch verdünnte Mineralsäuren unterwirft, so resultieren die zwei Zuckerarten: *Mannose* und *Galactose*, wonach also die Reservecellulose als *Galactomannan* zu bezeichnen ist.

Der Vorgang, welcher hierbei stattfindet, besteht bekanntlich darin, dass die Säure das Hemicellulose-Molekül in die Zuckergruppen spaltet, welche nun Wasser aufnehmen, da in ihnen Bindekräfte durch die Sprengung der Atomverkettung frei werden. Dies wird durch die Gleichung dargestellt: $C_{6n}H_{10n}O_{5n} + n\ H_2O = n\ C_6H_{12}O_6$.

Wie man sieht, ist dieser Hydrolysations-Prozess die Umkehrung des Dehydrokondensations-Prozesses. Anstatt die Reservecellulose durch eine Mineralsäure in die Zuckerarten überzuführen, kann man zur Lösung auch die Diastase verwenden. Ich verfuhr folgendermassen: Von den Dattelkernen wurden zunächst die oberflächlichen Zellschichten, welche Phlobaphene als Inhaltsstoffe führen, entfernt, wonach das Material mittelst einer Feile zerkleinert wurde. Das feine Pulver wurde längere Zeit mit Alkohol-Äther, sodann mit einprozentiger Kalilauge behandelt. Danach wurde die Masse nach Zusatz von etwas Essigsäure mit Wasser gut ausgewaschen. Etwa 10 g wurden in 200 ccm einer kräftig wirkenden Diastaselösung gegeben, welcher etwas Chloroform zugesetzt wurde. Die Lösung wurde 3 Monate einer Temperatur von 30—35° ausgesetzt, nach welcher Zeit der Zuckergehalt etwa 1 % betrug. Bei Zusatz von essigsaurem Phenylhydrazin trat nur ein sehr schwacher Niederschlag in der Flüssigkeit ein. Nach Erwärmung im Wasserbad wurde ein stärkerer Niederschlag erhalten, von dem ein sehr kleiner Teil sich in heissem Wasser löste. Derselbe war also das Maltosazon; die geringe Menge Maltose entstammte zweifellos der Diastase selbst, welche wahrscheinlich etwas Dextrin einschloss. Der bei dem Verzuckerungsprozess übrig gebliebene Teil von Reservecellulose wurde ausgewaschen und noch einmal mit Diastaselösung in der oben angegebenen Weise behandelt. Als nun die Flüssigkeit, aus welcher nach Aufkochen und Abfiltrieren die Diastase zum grössten Teil entfernt worden war, mit essigsaurem Phenylhydrazin versetzt wurde, schied sich nach Verlauf einer Viertelstunde der gewünschte Niederschlag von *Mannosazon* in Form von feinen schwach gelblich gefärbten Kryställchen aus. Die Prüfung der Lösung auf Galactose ergab zweifelhafte Resultate, weil der als Schleimsäure anzusprechende Niederschlag zu gering und nicht frei von Eiweissstoffen war. Jedenfalls beweisst der *Mannosazon*-Niederschlag, dass die Reservecellulose, wenn auch sehr langsam, von dem diastatischen Enzym angegriffen wird.

Wie ich in einer früheren Schrift[1]) ausführte, kann man die Fermenteinwirkung auch auf mikrochemischem Wege erkennen.

Es bildet sich an der verdickten Zellwand im Gewebe des Dattelkerns eine hyaline Randzone, welche sich allmählich immer weiter ausbreitet. (S. Fig. 7, Taf. XIV im Generalversammlungsheft 1894 der Berichte der deutsch. bot. Ges.) In dieser Zone ist das diastatische Enzym vorhanden, wie man dies durch die Guajak-Wasserstoffsuperoxyd-Reaktion leicht nachweisen kann. Hier findet

[1]) Über die Einwirkung der Diastase-Fermente auf Reservecellulose. Berichte der deutsch. bot. Ges., Generalversammlungsheft 1894.

der hydrolytische Prozess statt. Man kann diese Erscheinung in folgender Weise erklären: Das *Galactomannan*-Molekül ist unvollkommen gespalten und hat in entsprechender Weise Wasser aufgenommen; es ist ein dextrin- oder gummiartiger Körper, der als *Galactomannin* zu bezeichnen ist, entstanden. Das Molekül n $C_6H_{10}O_5$, n' $C_6H_{10}O_5$ ist in mehrere Moleküle $(n-x)\ C_6H_{10}O_5$, $(n'-x')\ C_6H_{10}O_5$, $(x+x')\ H_2O$ übergegangen.

Die andere Erklärung, welche man geben kann, ist die, dass die Diastase eingedrungen ist und nur den einen Bestandteil des *Galactomannan*-Moleküls gelöst hat und dass infolge davon der andere Bestandteil, welcher widerstandsfähiger ist, die erwähnte helle Zone bildet; schliesslich wird aber auch dieser Bestandteil gelöst. Welcher von diesen Vorgängen eintritt, richtet sich danach, ob das Reservecellulosemolekül ein einheitlicher chemischer Körper oder ein Gemenge ist. Im ersteren Fall wäre die Zellwand aus *Galactomannan*-Molekülen, im letzteren aus einem Gemenge von *Galactan*- und *Mannan*-Molekülen aufgebaut. Es ist mir gelungen hierüber eine Entscheidung zu treffen. Bringt man einen Schnitt von intakter Reservecellulose in verdünnte Kalilauge und setzt nach einiger Zeit Alizarin hinzu, so färbt sie sich intensiv violett. Ganz anders verhält sich die hydrolysierte Randzone. Diese färbt sich viel weniger und nur unvollkommen, so dass sie sich sehr gut von der intakten Masse abhebt s. Fig. 7. Bei Anwendung von Kongorot findet das Gegenteil statt, die intakten Stellen färben sich schwach und die von Ferment angegriffenen intensiv rot. Aus dieser Erscheinung kann man zunächst noch keinen Schluss ableiten, denn das *Galactomannin* kann sich anders verhalten wie das *Galactomannan* oder aber, wenn nur ein Bestandteil fortgelöst ist, kann der in der Hydrolysationszone übriggebliebene anders reagieren als das intakte Gemenge. Eine ganz andere Bedeutung ergeben diese Färbungserscheinungen, wenn wir auf die Bildungsweise der verdickten Zellwand zurückgreifen.

A priori ist zu verlangen, dass, wenn die Wand aus einem chemisch einheitlichen Körper zusammengesetzt wird, sie auch in jüngeren Stadien ihrer Entstehung die Reaktionen dieses Körpers ergeben muss. Es gelang mir, junge Dattelfrüchte zu erhalten, an welchen ich die Anlage der Reservecellulose verfolgen konnte. Die getrockneten Früchte wurden kurze Zeit in Wasser gehalten und kamen dann zur Untersuchung. Die Reservecellulose entsteht in dünnwandigen Zellen, welche in dem mir vorliegendem Falle zusammengepresst erschienen, so dass das Lumen mitunter schwer zu erkennen war. Die ersten Verdickungen waren oberhalb und längs der Furche des Kerns zu bemerken. Da, wo die Verdickungen eintreten, haben die Zellen nicht mehr ihre zusammengepresste Gestalt. Möglicherweise rührt die Zusammenpressung vom Austrocknen her.

In den Figuren 1 und 2 sind Schnitte dargestellt, welche die ersten Verdickungen der Zellwände erkennen lassen. In der Fig. 2 haben wir uns die dunklen Punkte und die Schattierung fortzudenken. Wenn wir nun den Schnitt Fig 1 mit Kongorot behandeln, so färben sich die primären Membranen p intensiv rot. Als Verdickungsmasse entsteht kollenchymatisch die Reservecellulose, die sich entweder garnicht oder nur sehr schwach färbt. Die primären Membranen lassen sich wegen ihrer intensiven Färbung leicht nach den Stellen hin verfolgen, wo überhaupt keine Reservecellulose angelegt wird, so z. B. nach den mit e bezeichneten Grenzzellen und weiter hinaus, wo die Zellen mit einem gelbbraunen Inhalt angefüllt sind. Die Verdickungen schreiten dann weiter, und es macht den Eindruck, als ob die primären Membranen auseinandergedrängt werden (s. Fig. 2). Dass hier Reservecellulose vorliegt, ist daran zu erkennen, dass die Verdickungen schon sehr widerstandsfähig gegen Kupferoxyd-Ammoniak waren. Umsomehr war ich erstaunt zu finden, dass dieselben nach Behandlung mit Alkali-Alizarin nicht die schöne violette Färbung annahmen. Leider konnte ich aus Mangel an Material die unmittelbar folgenden Stadien der Entwicklung, bei der die charakteristischen

Verdickungen zwischen den Tüpfeln auftreten, nicht verfolgen. Dagegen fand ich einen jungen, noch nicht ausgebildeten Dattelkern, welcher weitere Aufschlüsse gab. Die Zellwände in den peripherischen Schichten besassen schon die polsterartigen Verdickungen an den Tüpfeln; aber nach der Mitte hin nahmen dieselben allmählich ab und oberhalb der Furche bestand schliesslich das Gewebe aus Zellen, die eine mehr oder minder starke, nur wenig polsterartig gestaltete Wandung erkennen liessen. Bei der Einwirkung von Alkali-Alizarin zeigte es sich, dass nur dieses innnere Gewebe violett gefärbt wurde, nach dem Rande hin verlor sich in den Zellwänden die Färbung; hier wurde der ganze Zellinhalt tief violett tingiert und die Zellwände blieben farblos. In Fig. 3 ist ein Schnitt aus einer mittleren Schicht dargestellt. Nach dem Rande des Dattelkerns hin (oben) sieht man die farblosen, den tief tingierten Inhalt einschliessenden, charakteristischen Zellwände; nach der Mitte des Dattelkerns hin (unten) ergreift die Färbung von dem Lumen her die Wandung. In Fig. 4 ist eine Zelle im Querschnitt wiedergegeben, welche aus der Übergangszone stammt. Die Färbung greift auf der einen Seite vom Lumen her auf die Zellwand über, die andere Membranhälfte ist zum Teil noch farblos. Kongorot bewirkt eine ähnlich verteilte Färbung. Diese Vorgänge deuten darauf hin, dass ein Stoff, der später in der fertig ausgebildeten Membran die schöne Violettfärbung durch Alkali-Alizarin bewirkt, allmählich eingelagert wird.

Um nun die in der Membran stattfindenden Vorgänge zu ermitteln, bringen wir einen Schnitt des Endosperms, in welchem die Zellwände nach Behandlung mit Alkali-Alizarin farblos bleiben, auf einen in der Mitte ausgehöhlten Objektträger, setzen einige Tropfen Fehlingsche Lösung hinzu und erhitzen bis zur Siedetemperatur. Nach dem Abspülen mit Wasser zeigt es sich, dass die Membranen ganz durchsetzt sind mit kleinen Körnchen von Kupferoxydul. Im Zelllumen, seltener in der Wandung, waren die Körnchen grösser. An einigen Stellen in den Zellhäuten waren die Ausscheidungen dicht gehäuft, nur selten lagen sie geschichtet (s. Fig. 5). Dass die Kupferoxydulkörnchen in der verdickten Membran lagen, war deutlich bei Anwendung eines starken Objektivs in Ölimmersion zu erkennen; man konnte sie dann in den verschiedenen Lagen in der Membran leicht verfolgen. Ein gleiches Resultat wurde erhalten, als ein Schnitt, der die ersten Anlagen der Reservecellulose aufwies, mit Fehlingscher Lösung behandelt wurde. Ausser dem Auftreten von Kupferoxydulkörnchen war zu bemerken, dass sich die Verdickungen zwischen den primären Membranen rötlichbraun färbten. Häufig trat diese Färbung streifig auf. In Fig. 2 ist dieser Schnitt wiedergegeben. Die Färbung ist durch die Schattierung angedeutet. Vor der Einwirkung war der Schnitt farblos.

Ich suchte nun die Zuckerart, aus welcher durch den Dehydrokondensations-Prozess die Verdickungsschichten gebildet werden, zu bestimmen. Zu dieser Untersuchung wurden ähnliche Schnitte verwendet, wie ich solche mit Fehlingscher Lösung behandelt hatte. Als ich zu diesen Objekten essigsaures Phenylhydrazin hinzufliessen liess, färbten sich die verdickten Membranen teilweise schwach gelblich und ebenso meist der Zellinhalt. Ausserdem schieden sich hin und wieder kleine Kryställchen aus. Einige Zellen fand ich auf, an welchen die Innenlamelle der Zelle ganz damit besetzt war nach Art einer Krystalldruse (s. Fig. 19). Damit ist erwiesen, dass die *Mannose* den ersten Aufbau der Verdickungsschicht bewirkt.

Wie wir oben gesehen haben, lagert sich erst später und zwar von der Mittellinie des Dattelkernes aus, ein zweiter Stoff ein, durch welchen später, wenn die Verdickungsschicht gänzlich ausgebildet ist, die Violettfärbung durch Alkali-Alizarin bewirkt wird. Die chemisch-qualitative Analyse der Reservecellulose ergiebt, dass dieselbe aus *Mannan* und *Galactan* besteht. Der Bildungsgang ist damit wohl ohne weiteres klar: aus der zugeleiteten *Mannose* wird durch den Dehydrokondensations-Prozess

zuerst das *Mannan* angelegt; erst später erfolgt durch den gleichen Vorgang die Einlagerung des *Galactans* (oder *Galactins*) und zwar durch Intussusception. Ob in dieser Weise auch die *Mannan*-Verdickungsschichten zustande kommen, möchte ich noch nicht entscheiden, da ich nicht alle Entwicklungsstufen aus Mangel an Material habe verfolgen können.

Die Ausbildung der Wandverdickungen im Endosperm erfordert eine Zuleitung der beiden Zuckerarten *Mannose* und *Galactose*, von denen die erstere zuerst und in grösserer Menge einwandert; danach wird durch den Funiculus zu dem jungen Endospermgewebe, wo die Zellwände sich schon durch Mannanbildung verdickt haben, auch die Galactose hingeleitet. Die Wanderung kommt im Sinne Pfeffers dadurch zustande, dass in den Zellen durch die Dehydrokondensation die *Mannan*- resp. die *Galactan*-Bildung eintritt. Wahrscheinlich geht in beiden Fällen erst die Gummibildung von *Mannin* und *Galactin* voraus. Das letztere lagert sich in die Zellwand ein und kann hier in *Mannan* übergehen. Durch diesen Bildungsprozess wird die beständige Zuleitung der Zuckerarten unterhalten, da dieselben in den Endospermzellen verbraucht werden. Bei der Lösung der Reservecellulose durch diastatische Fermente tritt der umgekehrte Vorgang wie bei der Entstehung ein. Durch die Fermenteinwirkung erfolgt der Hydrolysations-Prozess, bei dem zunächst das leichter spaltbare *Galactan* gelöst wird; es entsteht daher an der verdickten Zellwand die lichtschwache Randzone, welche sich durch Alkali-Alizarin viel schwächer oder durch Kongorot viel stärker als die intakte Wandmasse färbt. Im letzteren Falle rührt die stärkere Färbung davon her, dass das in der Randzone wirkende Ferment mitgefärbt wird, wie sich dies durch direkte Versuche ergiebt.

Die Färbungserscheinungen mittelst Alkali-Alizarin bei der Bildung und bei der Lösung machen es sehr wahrscheinlich, dass die Reservecellulose aus einem Gemenge der beiden Kohlenhydrate *Mannan* und *Galactan* besteht, von denen das letztere, sich mit Alkali-Alizarin färbende erst nach der Bildung des *Mannans* demselben eingelagert wird und sich bei Einwirkung von Diastase früher löst als jenes. Dies steht auch in Übereinstimmung mit dem oben angeführten Versuch, bei dem Diastase auf zerkleinerte Reservecellulose einwirkte: anfangs enthielt die Zuckerlösung wenig, später mehr *Mannose*.

Ähnlich wie bei der Dattel verläuft der Lösungsprozess im keimenden Samen von *Tropaeolum*, nur greift die Hydrolysationszone zackig in die intakte Wandmasse ein. Bei Beginn der Lösung scheinen, wie Reiss [1]) glaubt, die verdickten Membranen mit „Korrosionskanälen“ durchsetzt zu werden. Setzt man aber zu einem Schnitt Kalilauge und danach Alizarin hinzu, so zeigt sich, dass die „Kanäle“ mit einer weniger lichtbrechenden Masse angefüllt sind. Dieselbe gewinnt mehr und mehr an Ausdehnung (s. Fig. 6). Wie man mittelst der *Guajak*-Wasserstoffsuperoxyd-Reaktion nachweisen kann, greift das Ferment vom Lumen her und von der primären Membran aus, in welche es eindringt, die Verdickungsschicht an; es ist danach in der ganzen, sich mit Alkali-Alizarin schwächer färbenden Zone vorhanden. Es ist wahrscheinlich, dass hier wie bei der Dattel aus der intakten Masse ein eingelagertes Kohlenhydrat „ausgelaugt“ wird.

Ganz allgemein zeigen die Hemicellulose-Membranen, soweit ich sie nach dieser Richtung hin untersucht habe, gegen Farbstoffe eine Reaktionsänderung, wenn man sie der Einwirkung der Diastase unterwirft. Meist ist dies schon ohne Anwendung von Färbungen zu erkennen: die Membran wird hyalin und dann ist in ihr das Ferment nachzuweisen.

Um in den Zellwänden der keimenden Gerste die Farbenreaktion hervorzurufen, bestreiche

[1]) S. Reiss: Über die Natur der Reservecellulose, Landwirtschaftl. Jahrb. 1889.

ich die Schnittfläche durch ein Korn mit Gummi arabicum und lasse das Objekt eintrocknen. Ein dünner Schnitt wird dann abgenommen, auf den Objektträger gebracht und Wasser hinzugesetzt, wodurch er sich aufrollt. Man kann nun leicht mit Kongorot färben, wodurch zu erkennen ist, dass die hydrolysierten Stellen sehr schwach, die intakten intensiv tingiert werden. Man kann annehmen, dass das Araban zunächst herausgelöst wird und das Xylan zurückbleibt. Auch durch Alkali-Alizarin können die intakten Zellwände im Gerstenendosperm gefärbt werden. Interessant ist, dass im Maisendosperm die Membranen im Gegensatz zu denen des Gerstenendosperms durch Kongorot nur sehr schwach gefärbt werden, nach Einwirkung der Diastase aber intensiv. Sie verhalten sich in dieser Beziehung wie die verdickten Zellwände des Dattelkerns. Von der Diastase werden sie übrigens schwerer angegriffen als wie die der Gerste. Sehr langsam wirkt das Enzym auch auf die Membranen der Parenchymzellen in den Kotyledonen der Bohne ein. Bringt man Stücke derselben in Diastaselösung, so fallen nach längerer Zeit die Zellen durch Lösung der Mittellamelle auseinander. Dass die Zellwände verändert sind, resp. dass ein Bestandteil herausgelöst ist, lässt sich hier nur durch die Fuchsinfärbung erkennen: die intakte Membran wird gefärbt, die veränderte nicht. Sowohl Alkali-Alizarin als auch Kongorot geben in beiden Fällen nur eine schwache oder auch keine Färbung.

Ich richtete mein Augenmerk hauptsächlich darauf, ob ganz allgemein das *Galactan* resp. *Araban* die Violettfärbung mit Alkali-Alizarin ergiebt. Die Zellhäute in den Parenchymzellen der Kotyledonen von Phaseolus ergaben ein negatives Resultat. Dieselben bestehen nach E. Schulze aus *Paragalactoaraban*. Indessen können die beiden *Saccharo-Colloide* chemisch oder physikalisch so verbunden sein, dass der Farbstoff auf sie nicht einwirken kann, verhalten sich doch die Endosperm-Membranen zweier so nahe verwandter Arten wie Gerste und Mais gegen Kongorot sehr verschieden. Nur die Zellhäute in der Samenschale der Ackerbohne, welche ebenfalls *Galactan* enthalten, färbten sich schön violett.

Ein besseres Ergebnis wurde erhalten, als ich gummiführende Gewebsteile mit Alkali-Alizarin behandelte. Es ist längst bekannt, dass Gummi arabicum und Tragant durch Kochen mit verdünnter Schwefel- oder Salzsäure Arabinose und durch Salpetersäure Schleimsäure liefern. Im ersteren Falle ist ein hydrolytischer Vorgang eingetreten und die Substanzen, welche Arabinose resp. Galactose liefern, sind als *Arabin* resp. *Galactin* zu bezeichnen. Ich will zunächst zeigen, dass man auch hier die Säure durch ein Ferment ersetzen kann. Für den Versuch wähle ich den Tragant, da man diesen wohl am sichersten als reines Naturprodukt erhalten kann.

In zwei Kolben wurde je 1 g Tragant gegeben und 50 ccm Wasser hinzugesetzt. Nach 24 Stunden wurden in den einen Kolben 100 ccm reine Diastaselösung, in den andern 100 ccm Wasser eingelassen. Als Antiseptikum diente Chloroform. Nach dem Umschütteln wurde die reduzierende Wirkung in folgender Weise gemessen: von der Flüssigkeit wurden 5 ccm abgehoben und mit 25 ccm Wasser verdünnt. 5 ccm dieser verdünnten Lösung reduzierten 0,1 ccm Fehlingsche Lösung. Nach 3 Tagen betrug die in derselben Weise ausgeführte Reduktion der mit Diastase versetzten Lösung = 0,4 ccm Fehlingsche Lösung, nach 8 Tagen = 0,6 ccm Fehlingsche Lösung, nach 14 Tagen = 0,8 bis 0,9 ccm Fehlingsche Lösung. Die ohne Diastase angesetzte Tragantlösung veränderte sich in dieser Zeit überhaupt nicht.

Die beiden Versuchsflüssigkeiten, von denen wir die eine, welche Tragant und Diastaselösung enthielt mit A, die andere, in welcher nur Tragant und Wasser vorhanden war, mit B bezeichnen wollen, wurden mit Kongorot untersucht. In zwei Cylinder wurden je 50 ccm Kongorotlösung gegeben und zu der einen 20 ccm von A, zu der anderen 20 ccm von B hinzugefügt. Aus der letzteren

Flüssigkeit schieden sich alsbald rotgefärbte Tragantflocken ab, welche den Farbstoff aufgenommen hatten. Die andere blieb homogen und war nur ein wenig getrübt. Da jedoch die angewandte Kongorotlösung zu konzentriert war, wurde jede der beiden Flüssigkeiten in ein grosses Becherglas gegossen und 1 l Wasser zugesetzt. Nun trat der Unterschied sehr deutlich hervor. In dem einen Fall setzten sich alsbald die dunkelroten Tragantflocken aus der hellroten Flüssigkeit ab, in dem andern Fall blieb die Lösung gleichmässig gefärbt und war nur ein wenig getrübt.

Besser gelingt der Versuch, wenn man gleich anfangs eine verdünnte Kongorotlösung anwendet: in die beiden Cylinder wurden je 80 ccm einer hellroten Lösung gegeben und zu der einen 40 ccm von A, zu der andern 40 ccm von B hinzugefügt. Dadurch wurde erreicht, dass im letzteren Fall sämtlicher Farbstoff aus der Lösung von den Tragantflocken aufgenommen wurde, die sich alsbald aus der farblosen Flüssigkeit absetzten, die andere Lösung blieb hellrot.

Dadurch wird bewiesen, dass durch die diastatische Einwirkung der Tragant in Lösung übergeht und in entsprechender Weise Fehlingsche Lösung reduziert, es entstehen bei der Hydrolyse wahrscheinlich die beiden Zuckerarten *Arabinose* und *Galactose*.

Wie ich nun zeigen werde, bildet sich in der Zelle das Arabin-Galactin aus dem Araban-Galactan gleichfalls durch hydrolytische Einwirkung von diastatischen Enzymen.

Ich ging von dem Gedanken aus, dass diese beiden Kohlenhydrate (oder nach Tollens Saccharo-Colloide) als Reservestoffe fungieren. Dann müssten sie sich besonders in den ruhenden Reservestoffbehältern auffinden lassen. Das traf in der That zu. Macht man durch die ruhende Wurzel einer ausdauernden *Astragalus*-Art einen Schnitt, zu welchem man erst Kalilauge und dann etwas Alizarin hinzusetzt, so färbt sich der Inhalt fast sämtlicher Markstrahlzellen sowie der meisten Zellen des Rindengewebes schön violett. Ausserdem finden sich in den Gefässbündeln noch zahlreiche Zellen mit starken unverholzten sekundären Verdickungsschichten. Diese nehmen unter dem Einfluss der Reagenzien nur eine schwache violette Färbung an (s. Fig. 11 b). Im Holzkörper ist den primären Wänden dieser Zellen, wie man bei der Prüfung mit Thallinsulfat erkennen kann, Lignin eingelagert. Diese Zellen mit verdickter Wandung werden vom Cambium auch nach aussen hin abgeschieden, wo sie dann ebenfalls ein anastomosierendes Netzwerk bilden (s. Fig. 11 a). Hier sind sie nicht verholzt. Die Figuren 11 a und 11 b sind Schnitte durch die ruhende Wurzel von *Astragalus glycyphylloides*. Die Zellen mit dem stark gefärbten Inhalt gehören dem Markstrahlgewebe an. Bei stärkerer Vergrösserung ist zu erkennen, dass in den Zellen mit verdickter Wandung der feinen Mittellamelle zwei Schichten angelagert sind, von denen die innerste meist so dick ist, dass das Zelllumen fast verschwindet. Man kann diese dritte Lamelle mit der Fuchsinfärbung deutlich sichtbar machen. Die primäre und sekundäre Schicht färben sich intensiv rot, die innerste wenig oder garnicht. Ist sie schwach gefärbt, so lässt sie sich leicht durch Alkohol entfärben, wonach man sie farblos und die andern Zellwandschichten gefärbt erhalten kann.

Sind die in dem Markstrahlgewebe sich mit Alkali-Alizarin färbenden Substanzen Sacharo-Colloide, also Arabin-Galactin, so müssen sie bei der Hydrolyse in Zucker übergehen. Der Versuch gelingt regelmässig: ein Querschnitt durch die ganze Wurzel wurde halbiert und die eine Hälfte auf einem ausgehöhlten Objektträger mit Fehlingscher Lösung gekocht. Das Gewebe erwies sich fast als zuckerfrei; nur in den Gefässen trat eine schwache rötlichbraune Färbung auf. Die andere Hälfte des Schnittes wurde nun 15 Minuten mit einer halb verdünnten Salzsäure erhitzt. Nachdem die Säure zum grössten Teil abgedunstet war, wurde der Schnitt mit Wasser ein wenig abgespült und mit Fehlingscher Lösung behandelt. Nun zeigten sich überall und zwar besonders in den Markstrahlen

reichlich die charakteristischen Körnchen von Kupferoxydul. Der Gegenversuch wurde in folgender Weise ausgeführt: ein Querschnitt durch die Wurzel wurde halbiert: die eine Hälfte wurde wie vorher mit Salzsäure erhitzt und nach dem Abspülen zu beiden Schnitten Alkali-Alizarin gesetzt. In dem Markstrahlgewebe des mit der Säure behandelten Schnittes trat die Färbung nur sehr schwach, in dem andern dagegen sehr ausgiebig ein.

Damit schwindet wohl jeder Zweifel, dass es die Kohlenhydrate *Arabin-Galactin* sind, welche sich mit Alkali-Alizarin schön violett färben. Es sind aber auch Reservestoffe, und dafür kann ich folgendes anführen: Ich brachte eine ruhende Wurzel zum Austreiben und da zeigte es sich, dass diese Inhaltsstoffe in den Zellen der Markstrahlen mehr und mehr abnahmen. Besonders unterhalb der Stellen, wo ein junger Trieb hervorgeschossen war, nahmen die Markstrahlzellen entweder keine oder nur eine sehr schwache Färbung an.

Wie ich oben bei der Verzuckerung des Tragants zeigte, kann man die Säurewirkung durch die Fermentwirkung ersetzen. Ich untersuchte das Gewebe mit der Guajak-Wasserstoffsuperoxyd-Reaktion. Bei blosser Anwendung von Guajaktinktur bleibt der Querschnitt farblos: es finden sich also keine Sauerstoffüberträger vor. Diese entwickeln sich in geringer Menge in der austreibenden Wurzel, und sehr ausgiebig in dem Hautgewebe der hervorwachsenden Sprosse und der jungen Blätter, weniger in dem innern Sprossgewebe.

Dagegen ist die ruhende Wurzel besonders in den Markstrahlen verhältnissmässig reich an Enzym. Sobald nun das Gewebe aus seiner Ruheperiode tritt, wirken die Fermente auf die Reservestoffe ein, da die Invertierungsprodukte durch den Verbrauch beim Wachstum abgeleitet werden. Dementsprechend erhält man in den Zellen der Markstrahlen mit Alkali-Alizarin schwächere Färbungen.

Nach der Theorie hätten sich nun in dem austreibenden Gewebe grössere Mengen Zucker vorfinden müssen; doch zeigten sich bei Anwendung Fehlingscher Lösung nur spärlich die Körnchen von Kupferoxydul; nur die Gefässe färbten sich etwas intensiver als sonst. Es ist möglich, dass die Wurzel zu schnell ausgetrieben hat, so dass der Zucker alsbald verbraucht wurde. Ausserdem ist, wie aus dem obigen Versuch hervorgeht, die Enzymeinwirkung auf Arabin-Galactin sehr gering. Dass aber eine solche stattgefunden hatte, geht unzweifelhaft aus der Färbungsdifferenz mit Alkali-Alizarin hervor. Das Wachstum der Triebe war in der Wärme anfangs schnell erfolgt, dann aber verzögert worden. Die Annahme ist auch nicht abzuweisen, dass die die Violettfärbung gebenden Substanzen durch die Fermente auf eine Hydrolysationsstufe übergeführt werden, welche der Arabinose- resp. Galactosebildung unmittelbar vorangeht und auf welcher sie den Farbstoff weniger gut annehmen. Diese löslich gemachten Colloide können wandern.

Wie oben angegeben wurde, finden sich im Holzkörper und ausserhalb des Cambiums in der Rinde Zellen mit sekundär verdickter Wandung. In diesen fällt, wenn das Austreiben beginnt, zunächst die innerste Schicht dem Lösungsprozess anheim. Das Ferment wirkt vom Lumen her ein. In Fig 12 ist ein Schnitt abgebildet, in dessen Zellen man die sich lösende innerste Verdickungsschicht in allen Stadien erkennen kann. Mitunter ergreift, wie man dies durch die Guajak-Wasserstoffsuperoxyd-Reaktion sichtbar machen kann, das Ferment von den Mittellamellen aus, in welche es eingewandert ist, die Verdickungsschichten gewissermassen von aussen an. Dann findet man die innerste, sich mit Fuchsin wenig oder gar nicht färbende Schicht losgelöst und fast zusammengerollt im Zelllumen liegen.

Bei Anwendung von Alkali-Alizarin treten in den Zellen, deren Verdickungsschichten sich lösen, intensivere Färbungen auf als in denen mit intakter Wandmasse. Besonders die sich lösende

Schicht färbt sich stärker, weil das Ferment durch seine hydrolysierende Einwirkung das Araban-Galactan in die Cellulose-Gummi-Arten *Arabin-Galactin* überführt.

Von besonderem Interesse sind noch die Zellen mit verdickter Wandung, welche in der Rinde liegen, weil hier alle drei Schichten gelöst werden können. In der Fig. 15 sind vier Zellen abgebildet, welche stark lichtbrechende unregelmässig gestaltete Inhaltskörper führen. Diese erweisen sich bei Anwendung unserer Reagentien als Überbleibsel von Verdickungsschichten. Es ist unschwer zu erkennen, dass die grössere Zelle a ursprünglich vier Zellen mit verdickter Wandung einschloss. Sehr leicht ist die eine dieser Zellen links unten zu rekonstuirieren, weil sie noch die Überreste der primären Membran wahrnehmen lässt. Im Holzkörper, wo die Zellen mit verdickter Wandung, wie bemerkt, in der primären Membran eine Einlagerung von Lignin erhalten haben, konnte ich diese Lösungsart nicht auffinden. Es scheint, dass das Lignin die primären Membranen gegen die Einwirkung des Ferments schützt, weshalb dasselbe in dieser Zellhaut wandern kann, ohne dass eine Lösung stattfindet.

Sind die Hemicellulosen Araban-Galaktan resp. deren Hydrolysationsabkömmlinge Arabin-Galactin Reservestoffe, so müssen sie schliesslich in den Samen besonders der einjährigen Arten aufzufinden sein. In Fig. 13 ist ein Teil eines Schnittes durch die Kotyledonen im ruhenden Samen von *Astragalus humosus* nach Einwirkung von Alkali-Alizarin dargestellt. e ist die Epidermis. Unter den langgestreckten parenchymatischen Zellen, welche mit Aleuronkörnern dicht angefüllt sind, fallen schon vor der Färbung einige durch ihren stark lichtbrechenden Inhalt auf. Diese sind es, welche nach Zusatz der Reagentien violett werden. Übrigens sind die Zellen unterhalb der Samenschale ebenfalls dicht mit gummiartigen Stoffen angefüllt, welche sich aber schwächer färben und sich auch leichter in Kalilauge lösen als die sich intensiv färbenden. Sie finden im Stoffwechsel wahrscheinlich keine Verwendung mehr und sind möglicherweise, der Löslichkeit nach zu urteilen, durch Oxydation grössstenteils in Arabinsäure etc. verwandelt worden.

Die Untersuchung habe ich noch bei der *Acacia arabica* durchgeführt. In Fig. 8 ist ein Gewebsschnitt aus dem Holzkörper eines ruhenden Astes, der die Blätter abgeworfen hat, dargestellt. Die Verdickungsschichten finden sich vorzugsweise in den Libriformzellen und sind häufig so gelagert, dass man die drei Schichten der Zellwand kaum erkennen kann. Dass das Gewebe in Ruhe ist, kann man daran sehen, dass die Holzparenchymzellen und selbst einige Libriformzellen dicht mit Stärke vollgepfropft sind. Diese findet sich auch in den Zellen der Markstrahlen und teilweise in denen des Markes. Die Violettfärbung durch Alkali-Alizarin tritt auch hier mehr oder minder ausgiebig in den Verdickungsschichten und meist sehr stark in den Gummimassen ein, welche in den Gefässen angehäuft sind. In den Markstrahlzellen ist die Tinktion gewöhnlich ausgeblieben und häufig auch in den Zellen, die den Gefässen anliegen. Diese Begleitzellen scheinen die Gummimassen, welche die Gefässe führen, geliefert zu haben.

Ein anderes Bild gewährt der austreibende Ast, an welchem die jungen Blätter hervorgekommen sind. Zuerst wird die Stärke von den Fermenten angegriffen, darauf auch die Verdickungsschichten. Der Lösungsvorgang im Holzkörper ist genau so, wie ich ihn für die austreibende Wurzel von *Astragalus* beschrieben habe. In Fig. 9 wird die Verdickungsschicht nur vom Lumen her gelöst, ebenso in den unteren Zellen des in Fig. 10 dargestellten Schnittes. In den oberen Zellen desselben wird die innerste Lamelle von aussen und von innen her vom Hydrolysationsprozess ergriffen. Sie scheint sehr widerstandsfähig zu sein und wird häufig bei der Lösung von der zweiten Schicht abgetrennt, so dass sie dann wellig gebogen in der Zelle liegt. In Fig. 9 können wir uns die violette Farbe durch eine blaue ersetzt denken und wir erhalten die Diastasefärbung durch Guajak-Wasser-

stoffsuperoxyd. In Fig. 10 ist da, wo die dritte Schicht von aussen und von innen her ergriffen wird, auch die Mittellamelle, in welche das Ferment eingewandert ist, schwach blau gefärbt. Besonders wenn die dritte Schicht eben gelöst ist, finden sich die *Gummis Arabin* resp. Galactin im Lumen der Zelle und man erhält dann hier durch Alkali-Alizarin eine schöne Tinktion. Diese Stoffe müssen auswandern, denn man erhält häufig ganze Zellkomplexe mehr oder minder gleichmässig gefärbt. Sie bewegen sich nach den Markstrahlen hin, in deren Zellen nun beim Austreiben die Inhaltsstoffe, wie dies die langgestreckten Zellen in Fig. 9 und 10 zeigen, die schöne Violettfärbung ergeben. Dass Arabin-Galactin diffundieren, geht hauptsächlich daraus hervor, dass in den Gefässen grössere Massen dieser Stoffe auftreten. Ich habe in einer früheren Schrift[1]) folgenden Versuch angegeben: in 125 ccm Wasser wurden 1,69 g gereinigten Gummi arabicums gelöst. Darin wurde eine Thonzelle mit 85 ccm Wasser gestellt. Nach sieben Tagen wurden aus demselben mit Alkohol 0,0895 g Substanz ausgefüllt. Danach diffundierten 5,3 % und 0,0128 g pro Tag bei einer Konzentration von 1,3 % der angewandten Lösung.

Die Figuren 10 und 12 stimmen völlig überein, nur sind aus den Markstrahlzellen der *Astragalus*-Wurzel wegen des energischen Austreibens die Inhaltsstoffe, welche die Violettfärbung geben, herausgenommen worden. Schliesslich stimmen auch noch die ruhenden Samen überein. In einem Schnitt durch die Kotyledonen eines ruhenden Akaziensamen fallen schon vor der Färbung einzelne Zellen wie in den Astragalussamen durch ihren stark lichtbrechenden Inhalt auf. Die Inhaltsstoffe dieser Zellen färben sich durch Alkali-Alizarin schön violett. In Fig. 14 ist ein Schnitt durch die Kotyledonen eines ruhenden Samens von *Acacia subulata* nach der Färbung wiedergegeben. Die Körnchen in den gefärbten Zellen sind Aleuronkörner, welche von der gefärbten Masse umhüllt werden; sie werden dadurch gegen die Einwirkung der Kalilauge geschützt. In den andern Zellen sind sie auch vorhanden, nur werden sie hier bei dem Färbungsprozess von der Kalilauge gelöst.

Bei Anwendung der Alkali-Alizarin-Färbung ist Vorsicht geboten, denn ausser den Saccharo-Colloiden können noch eiweissartige Stoffe tingiert werden, welche durch Kalilauge gefällt werden und dabei den Farbstoff an sich reissen. Dies geschieht z. B. von der Diastase. Setzt man zu einer Diastaselösung Kalilauge und etwas Alizarin, so nehmen die niederfallenden Flocken den Farbstoff aus der Lösung auf. Wenn also bei der Reaktion der Zellinhalt violett gefärbt wird, so kann man demgemäss mit Sicherheit nicht wissen, ob nicht ausser den Saccharo-Colloiden auch protoplasmatische Inhaltsstoffe mitgefärbt werden. Umsomehr kann man sicher sein, dass bei der Allöolyse der Zellwand im Dattelendosperm eine fraktionierte Lösung stattfindet, dass also das *Galactan* früher als das *Mannan* gelöst wird, denn die Färbung der hydrolysierten Zone ist eine geringere als die der intakten Membran, obgleich dort Diastase vorhanden ist, welcher jedoch eine viel schwächere Affinität zu dem Alizarin zukommt als dem *Galactan*. Wäre die Diastase in der hydrolysierten Randzone nicht vorhanden, so würde die letztere wenigstens in den äusseren Lagen bei der Tingierung völlig farblos bleiben, da hier das *Galactan* herausgenommen ist. Wenn also bei Anwendung der Alkali-Alizarin-Reaktion hinsichtlich des Zellinhalts keine ganz sicheren Resultate erreicht werden, so gewährt die Reaktion doch andrerseits ein Mittel, die Vorgänge in der Zellhaut mit völliger Sicherheit verfolgen zu können. Ein Prüfstein meiner Reaktion bildeten die Membranen der Zellen in den Kotyledonen der ruhenden Samen von *Lupinus luteus*, da in ihnen nach E. Schulze *Galactan* enthalten ist, welches wie aus der Membran der Dattelendospermzelle bei der Keimung auswandert. Und in der That! Der Versuch entsprach der Voraussetzung. Ein dünner Schnitt von den Kotyledonen eines

[1]) Über das Verhalten des diastatischen Enzyms in der Keimpflanze. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXVI

ruhenden Samens von *Lupinus luteus* wurde mit Kalilauge getränkt und etwas Alizarin zugesetzt. Nach Abspülen mit Wasser zeigte es sich, dass die Zellhäute prächtig violett gefärbt worden waren; nur die primären Membranen blieben farblos (s. Fig. 16). Ohne auf eine nähere Untersuchung einzugehen, kann ich, nach der diesbezüglichen Arbeit von Elfert:[1]) Über die Auflösungsweise der sekundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung, zu urteilen, sagen, dass bei der Keimung der Lupine die Allöolyse der Zellwand eintritt und zwar abgesehen von dem morphologischen Vorgang genau so, wie ich dies für die Membranen der Dattelkern-Endospermzellen angegeben habe; nur sind im letzteren Falle die Umsatzprodukte andere, da der zweite Bestandteil *Mannan* ist. Wie schon Elfert beobachtete, treten in der Membran bei der Keimung der Lupine gewisse Veränderungen auf. In die „differenzierten" Stellen ist das Ferment eingedrungen und hat hier zunächst auf das *Galactan* hydrolytisch eingewirkt. Es findet somit eine fraktionierte Lösung statt. Mit diesem Ergebnis stimmt das von E. Schulze erhaltene Resultat vollständig überein. Derselbe fand, dass in den Membranen während der Keimung der Gehalt an *Galactan* mehr und mehr abnimmt.

So wie in diesen Fällen Übereinstimmung herrscht, so entsprechen auch die Prunus-Arten in ihrem physiologischen Verhalten ganz den *Acacia*- und *Astragalus*-Arten. Zunächst findet sich in den Holzzellen der erwähnten Obstbäume während der Ruhezeit eine Hemicellulose. Dieselbe kann man auch hier am besten durch die Färbung des Gewebes mit Fuchsin erkennen. Dadurch bleibt diese Hemicellulose, die *Galactan*, *Araban* oder ein Gemenge beider sein kann, völlig ungefärbt und ist dann leicht aufzufinden. In Fig. 17 ist ein Schnitt durch das Holz eines zweijährigen Astes von *Prunus cerasus* im Ruhezustand dargestellt. Die Hemicellulose bildet die innerste Schicht in den Holzzellen, deren primäre Membranen durch stärkere Intensität der Färbung hervortreten. Die Zellreihe an der linken Seite gehört einem Markstrahl an, dessen Zellen mit Stärke angefüllt sind. Die violette Färbung der Figur hat man sich natürlich durch eine rote ersetzt zu denken. Beim Austreiben der Bäume wird die farblose Schicht durch diastatische Fermente in die Hemicellulose-Gummis, also in *Arabin*- resp. *Galactin*-Arten übergeführt, welche entweder als solche auswandern können oder durch weitere fermentative Thätigkeit der Enzyme in Zuckerarten verwandelt werden.

Die Schichten finden sich vorzugsweise in den während des Sommers angelegten Zellen; im Herbstholz nehmen sie nach dem Cambium hin mehr und mehr ab. Ihre Bildung ist in der Weise zu denken, dass entweder die Zuckerarten oder die Hemicellulose-Gummis nach den Holzzellen hinwandern, wo durch Dehydrokondensation die Anlage der Reservecellulose erfolgt.

Daraufhin deutet noch folgendes: In dem Holzkörper der kurzen einjährigen Äste von *Prunus avium*, welche nur eine Terminalknospe tragen, fehlen die Hemicellulosesschichten so gut wie ganz. Dafür sind die Zellen der Mark- und Rindenstrahlen meist völlig vollgepfropft mit Gummi. Behandelt man das Gewebe mit Alkali-Alizarin, so geben diese Zellen die schöne Violettfärbung. Im Holzkörper führen die Markstrahlzellen auch Stärke. Diese speichert das Kaliumhydroxyd und infolge dessen wird der Inhalt der Zelle alsbald gelbrot. Ein solcher Markstrahl (s. m m Fig. 18) ist also in seinem Verlauf durch den Holzkörper gelbrot und in seinem Verlauf durch das Phloem violett gefärbt. Wie in der Figur angegeben ist, nimmt die Wandung der meisten Libriformzellen ebenfalls schwach violette Färbung an, weil wahrscheinlich hier Gummi eingelagert ist. Desgleichen wird auch der Inhalt der meisten Holzparenchymzellen tingiert. Die primäre Rinde bleibt meist farblos. In dem Holzgewebe waren keine Hemicellulosesschichten zu bemerken gewesen. Die Markstrahlen stimmen ganz mit

[1]) Bibliotheca Botanica Heft 30.

denen der ruhenden Astragaluswurzel überein (vergl. Fig. 18 und 11 a und b), nur werden diese durchgehends violett gefärbt, da sie meist keine Stärke enthalten. Diese ist in den äusseren Markzellen vorhanden und erschien transitorisch beim Austreiben in einzelnen Markstrahlzellen. Doch ist es auch möglich, dass hierin eine individuelle Verschiedenheit herrscht, was ich nicht weiter verfolgt habe.

In den kurzen einjährigen Asten von *Prunus avium* waren auch in der äusseren Rinde viele Zellen gummiführend. Das Fehlen der Hemicelluloseschichten in den Holzzellen deute ich in der Weise, dass die Assimilationsprodukte aus irgend welchen Gründen zu den Libriformzellen nicht in genügender Menge gelangen konnten, und deshalb waren die Rinden- und Markstrahlzellen schon hinreichend, dass sie hier durch Dehydrokondensation in Form von Gummi abgelagert werden konnten.

Nach dieser Darstellung finden die reinen Hemicellulose-Gummis im Stoffwechsel Verwendung. Sie können jedoch noch so verändert werden, dass sie dann wahrscheinlich als Exkrete gelten müssen. Eine wohl häufig eintretende Veränderung besteht in der Oxydation. Die Gruppe COH in dem Zucker- oder Saccharo-Colloid-Molekül nimmt Sauerstoff auf und geht in die Gruppe COOH über, wodurch Arabin- resp. Galactinsäuren entstehen. Die Oxydation geschieht durch Sauerstoffüberträger, welche sich beim Austreiben im Gewebe bilden. Diese Körper übertragen den Sauerstoff auf die Gruppe COH, wodurch die erwähnten Säuren aus den Zuckerarten oder vielleicht schon aus den Saccharo-Colloiden selbst zustande kommen. Das Auftreten der Sauerstoffüberträger erfolgt, soviel ich bis jetzt gefunden habe, vor der Diastase-Erzeugung; beide Körper stehen vermutlich im genetischen Zusammenhang. Das diastatische Ferment dient dann dazu, die Hemicellulose oder deren Gummis zu lösen, wie ich dies oben bei der Einwirkung von Diastase auf Tragant gezeigt habe.

Die Einwirkung der diastatischen Enzyme auf die Saccharo-Colloide findet auf zweierlei Arten statt: entweder tritt eine sogenannte „Abschmelzung“ ein wie beim Stärkekorn, worüber ich[1]) eingehend in meiner Abhandlung: Über das Eindringen von Substanzen, besonders der Diastase in das Stärkekorn, berichtet habe, — oder aber die Einwirkung ist mit einer „Allöolyse“ verbunden, d. h. das Ferment dringt in die Masse ein, wobei gleichzeitig mit dem Eindringen die hydrolytische Thätigkeit beginnt, in deren Folge die Substanz verändert wird. Besteht dieselbe aus einem Saccharo-Colloid, so sind in der Hydrolysationszone nur Dextrin- oder Gummi-Arten vorhanden. Ein Beispiel hiefür bietet vielleicht das mit Ptyalin behandelte Stärkekorn, an dem nach Nägeli und A. Meyer die hyaline Zone eintritt. Ist dagegen die Substanz ein Gemenge aus mehreren Saccharo-Colloiden, so findet bei der Allöolyse gewöhnlich eine fraktionierte Lösung statt, weil die zusammensetzenden Bestandteile verschieden widerstandsfähig sind. In der inneren Hydrolysationszone können dann die Dextrin- oder Gummi-Arten vorhanden sein, die äussere Zone, die ausgelaugt ist, enthält dann nur das widerstandsfähigere Saccharo-Colloid, welches aber auch mehr oder weniger verändert sein kann.

Nachträglich fand ich noch die Hemicellulose in Form von Lamellen in Holzzellen abgelagert bei: *Robinia pseudacacia, Sarothamnus scoparius, Caragana arborescens* etc., und wahrscheinlich kommt sie noch bei vielen anderen vor.

Zum Schluss will ich noch erwähnen, dass ich immer die Bezeichnung *Araban-Galactan* resp. *Arabin-Galactin* gebraucht habe. Ob in den vorliegenden Fällen beide Hemicellulosen oder nur eine derselben vorliegt, ist bis jetzt auf mikrochemischem Wege aus Mangel an einer geeigneten Methode nicht zu erkennen. Nur bei der Dattel und bei der Lupine sind wir sicher, dass die Färbung durch Galactan resp. Galactin hervorgerufen wird.

[1]) Beiträge f. wissenschaftl. Botanik. Stuttgart 1895.

Zusammenfassung.

1. Im jungen Dattelkern wird zuerst aus der Mannose das *Mannan* gebildet. Erst später erfolgt auf dem Wege der Intussusception die Einlagerung von Galactin, welches dann in *Galactan* übergehen kann.

2. Die Hemicellulosen *Mannan, Galactan, Araban* werden direkt oder indirekt als Reservestoffe angelegt. Im ersteren Fall geschieht dies in Form von verdickten Zellwänden im Endosperm der Samen *(Phoenix, Phytelephas)* oder in Form von sekundären Verdickungsschichten in Libriform- und Holzparenchymzellen (*Astragalus-Prunus- Acacia*-Arten u. a.).

Als indirekte Reservestoffe können sie gelten, wenn sie wie im Endosperm der Gramineensamen die Zellwände der stärkeführenden Zellen zusammensetzen.

3. Eine Zellwand, welche aus einem Gemenge von zwei Hemicellulosen besteht, wird bei der Einwirkung diastatischer Enzyme fraktioniert gelöst d. h. der eine Bestandteil früher als der andere.

4. Die Hemicellulosen *Galactan* und *Araban* werden durch Enzyme in die Gummi-Arten *Arabin* und *Galactin* übergeführt und können, noch bevor sie in die Zuckerarten *Arabinose* und *Galactose* verwandelt sind, im Gewebe wandern.

5. Diese Gummi-Arten finden sich in den ruhenden Reservestoffbehältern der Gattungen *Acacia, Prunus, Astragalus* etc. und sind als Reserve-Gummi zu bezeichnen.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Erste Anlage der Reservecellulose in dem jungen Dattelkern. Die primären Membranen p werden durch Kongorot intensiv gefärbt, was hier durch die violette Färbung angedeutet ist.

Fig. 2. Ein Schnitt durch die erste Anlage der Reservecellulose mit Fehlingscher Lösung behandelt. Die Ausscheidung von Kupferoxydul wird durch die Schattierung sowie durch die dunklen Punkte angegeben.

Fig. 3. Ein Schnitt von einem jungen Dattelkern, welcher die Einlagerung des Galactins in die aus Mannan bestehende verdickte Zellwand vom Lumen her zeigt.

Fig. 4. Eine Zelle, in deren Wand das Galactin eingelagert wird, im Querschnitt.

Fig. 5. Verdickte Zellwände eines jungen Dattelkerns mit Fehlingscher Lösung behandelt. Die Körnchen bestehen aus Kupferoxydul.

Fig. 6. Zellen mit verdickter Wandung, welche die fraktionierte Lösung zeigt, aus dem keimenden Samen von Tropaeolum. Alkali-Alizarin-Färbung. Die intensiv gefärbten Stellen sind intakte Wandmasse; in den schwach gefärbten Stellen ist das Ferment durch die Guajak-Wasserstoffsuperoxyd-Reaktion nachzuweisen.

Fig. 7. Zellen mit verdickter Wandung aus der Nähe des Scutellums in der keimenden Dattel. Alkali-Alizarin-Färbung. Die Zellwand wird, wie vorher, fraktioniert gelöst. In der helleren Zone ist das Ferment durch die Guajak-Wasserstoffsuperoxyd-Reaktion sichtbar zu machen.

Fig. 8. Ein Schnitt durch das Holz eines ruhenden Astes der *Acacia arabica*. In den Libriformzellen ist die aus Araban-Galactan bestehende Verdickungsschicht — die Reservecellulose — schwach gefärbt. Bei der Färbung des Gewebes mit Fuchsin bleibt dieselbe ungefärbt. In den farblosen Zellen sind Stärkekörner. In den Gefässen ist das Arabin-Galactin intensiv gefärbt.

Fig. 9. Ein Schnitt durch das Holz eines austreibenden Astes. Die Lösung der Reservecellulose erfolgt hier vom Lumen aus. Die Markstrahlen sind mit den Inversionsprodukten Arabin-Galactin gefüllt. Stärkere Vergrösserung.

Fig. 10. Wie vorher. Lösung der Reservecellulose bei den unteren Zellen von innen, bei den oberen von aussen und von innen. Das Ferment dringt dabei in die Masse ein.

Fig. 11 a u. b. Schnitt durch die ruhende Wurzel von Astragalus glycyphylloides mit Alkali-Alizarin behandelt. In den Markstrahlzellen intensiv gefärbte Massen von Arabin-Galactin; in den Gefässbündeln Zellen mit schwach gefärbter Reservecellulose, die aus Araban-Galactan besteht. a Rinde, b Xylem.

Fig. 12. Schnitt durch die austreibende Wurzel von Astragalus glycyphylloides. Die Verdickungsschichten sind in Lösung begriffen; aus den Markstrahlzellen schwinden die Reservecellulosegummis Arabin-Galactin.

Fig. 13. Ein Schnitt durch das Kotyledonengewebe des ruhenden Samens von *Astragalus hamosus* mit Alkali-Alizarin behandelt, wodurch in den Zellen das Arabin-Galactin intensiv gefärbt wird.

Fig. 14. Dasselbe von dem ruhenden Samen der *Acacia subulata*. Die in der gefärbten Masse liegenden Körner sind Aleuronkörner.

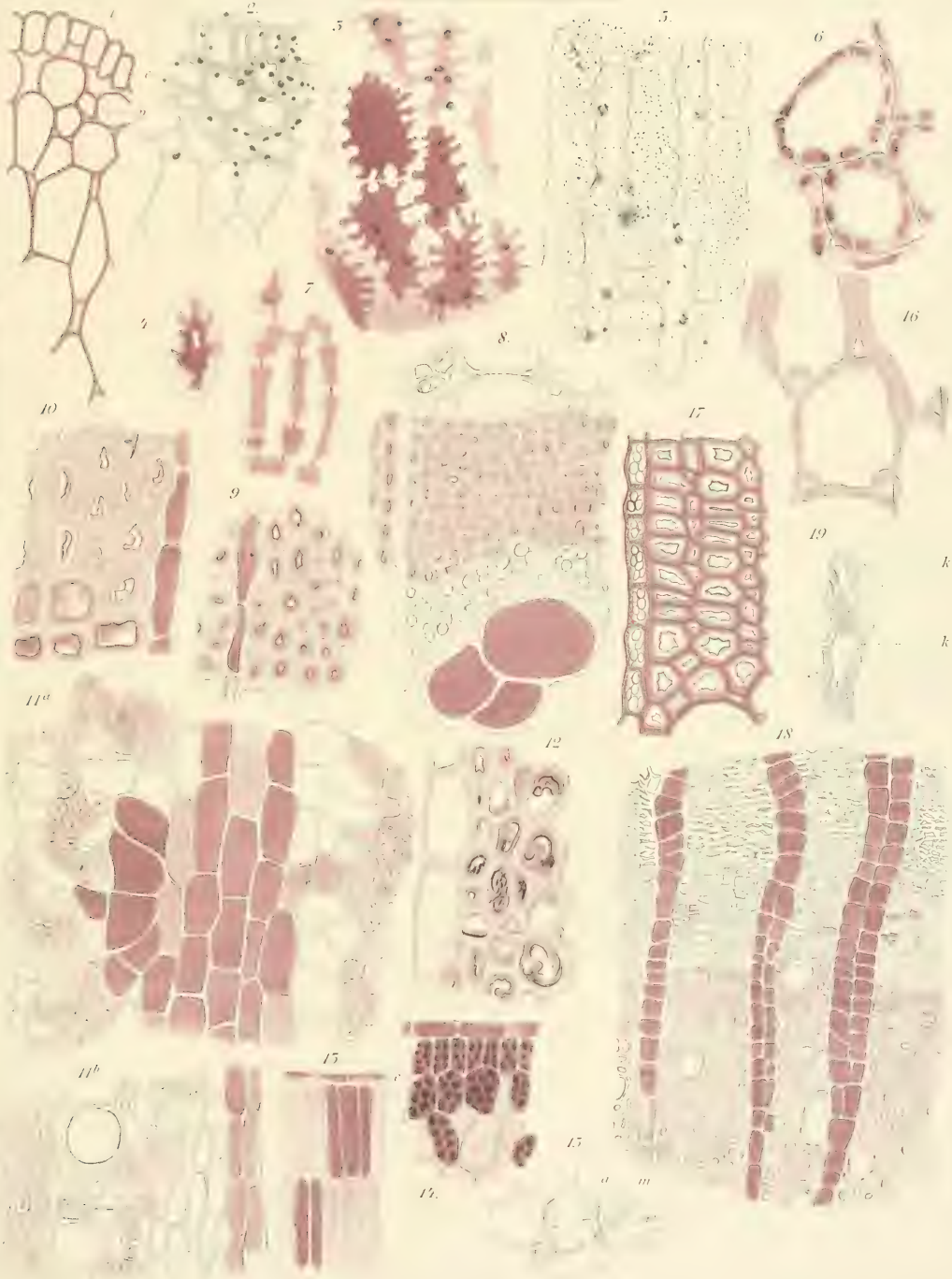
Fig. 15. Zellen aus der Rinde der austreibenden Wurzel von Astragalus glycyphylloides. Die Zelle a enthielt ursprünglich vier Zellen mit verdickten Wandungen, von denen nur noch die Überreste vorhanden sind.

Fig. 16. Schnitt durch das Kotyledonengewebe eines ruhenden Samens von *Lupinus luteus* mit Alkali-Alizarin behandelt. Die primäre Membran bleibt farblos.

Fig. 17. Schnitt durch das Holz des zweiten Jahrrings eines zweijährigen Astes von *Prunus cerasus* mit Fuchsin gefärbt. Die violette Färbung ist durch eine rote ersetzt zu denken. Die Reservecellulose bleibt farblos; die primäre Membran wird am intensivsten gefärbt.

Fig. 18. Schnitt durch Phloem und Xylem eines kurzen ruhenden einjährigen Astes von *Prunus avium* mit Alkali-Alizarin behandelt. Die Markstrahlen enthalten Gummi; in m ist Stärke vorhanden, wodurch die Zellen gelbrot werden.

Fig. 19. Schnitt durch einen jungen Dattelkern mit essigsaurem Phenylhydrazin behandelt. k sind die Mannosazon-Kryställchen.



Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Prof. Dr. B. Frank**

Königsberg i./Pr. Berlin.

Inhalt der einzelnen Hefte:

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. H.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. I. Theil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.,** Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil,** Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II. Theil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg,** Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter,** Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farb. Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.,** Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.,** Blüthenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 20 Mark.
22. **Karsten, G.,** Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen. Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.,** Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.,** Ueber die Rindenknollen der Rothbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von,** Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
27. **Buchenau, Prof. Dr. Fr.,** Ueber den Aufbau des Palmiet-Schilfes aus dem Caplande. (Prionium serratum Drège.) Mit 3 teilweise colorierten Tafeln. Preis 18 Mark.
28. **Luerssen, Prof. Dr. Chr.,** Beiträge zur Kenntniss der Flora West- und Ostpreussens. I.—III. Mit 23 Tafeln Preis 65 Mark.
29. **Pohl, Dr. Jul.,** Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Mit 4 Tafeln. Preis 8 Mark.
30. **Elfert, Dr. Th.,** Ueber die Auflösungsweise der secundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
31. **Groppler, Dr. Rob.,** Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Mit 4 Tafeln. Preis 12 Mark.
32. **Jungner, J. R.,** Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Mit 3 Tafeln. Preis 10 Mark.
33. **Mäule, C.,** Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung. Mit 2 Tafeln. 1895. Preis 8 Mark.
34. **Jarius,** Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung. Mit 1 Tafel. 1896. Preis 7 Mark.
35. **Schlickum, A.,** Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen. Mit 5 Tafeln. 1896. Preis 24 Mark.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 40.

Vergleichende Untersuchungen
über den anatomischen Bau der geflügelten Früchte und Samen

von

Dr. Carl von Wahl.

Mit 5 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1897.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 40.

Vergleichende Untersuchungen
über den anatomischen Bau der geflügelten Früchte und Samen

von

Dr. Carl von Wahl.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1897.

Vergleichende Untersuchungen

über

den anatomischen Bau

der

geflügelten Früchte und Samen

von

Dr. Carl von Wahl.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1897.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Einleitung.

Die Verbreitungsmittel, welche es den Pflanzen ermöglichen, gleich den Tieren ihrer Nachkommenschaft weitere Bezirke zu eröffnen und ein Wandern in entferntere Gebiete zu gestatten, haben schon seit längerer Zeit das Interesse des Naturforschers erregt.

Wir sehen, in der botanischen Litteratur zurückgreifend, schon de Candolle und Darwin, wie auch einige frühere Forscher, dies Gebiet berühren, worauf dann Hildebrand zum erstenmal das reichhaltige Material ordnete und in seiner Abhandlung „Über die Verbreitungsmittel der Pflanzen“ [1]) ausführlich bearbeitete. In derselben führt er in übersichtlicher Darstellung alle Vorkehrungen auf, welche die Natur getroffen hat, um eine möglichst ergiebige Verbreitung der Früchte und Samen zu ermöglichen, sei es durch Wasser, durch Wind, durch Tiere oder auf sonst eine Weise. In allen diesen Einrichtungen sehen wir das Zweckmässigkeitsprinzip obwalten. Auch Nägeli, Sachs, Ascherson und Kerner von Marilaun haben durch Anmerkungen und kurze Mitteilungen Beiträge hiezu geliefert. Als letzte Abhandlung über dieses Thema erschien vor zwei Jahren eine reichhaltige Arbeit von Buchwald mit dem Titel „Die Verbreitungsmittel der Leguminosen“. [2])

Ein besonderes Interesse und vielseitige Anregung boten namentlich für diese Arbeit die Schrift von Dingler: „Über die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane,“ [3]) welcher eine Vorarbeit „Über die nach dem Prinzip des Schraubenfliegers eingerichteten Früchte“ [4]) vorausging. Dingler behandelt in diesen Schriften besonders ausführlich die Form der Flugbahnen der Samen und Früchte und die Verzögerung ihres Fallens durch zweckentsprechenden Bau und zweckentsprechende Bewegung. Es leuchtet ein, dass selbst ein schwacher Wind einen langsam zur Erde sinkenden Samen leichter in der Umgebung verbreiten kann, als wenn der Fall schnell senkrecht nach unten erfolgt.

Trotz der vielen Untersuchungen, welche über geflügelte Samen und Früchte angestellt wurden, hat bis jetzt die Anatomie derselben noch keinen Bearbeiter gefunden, obwohl von vornherein zu erwarten steht, dass die Zweckmässigkeit auch im inneren Bau sich geltend machen wird.

[1]) Hildebrand. Über die Verbreitungsmittel der Pflanzen.

[2]) J. Buchwald. Die Verbreitungsmittel der Leguminosen. — Inangural-Dissertation 1894.

[3]) Dingler. Über die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane.

[4]) Dingler. Über die nach dem Prinzip des Schraubenfliegers eingerichteten Früchte.

Zuerst leuchtet ohne weiteres ein, dass ein grosser Flügel eines Samens oder einer Frucht zugleich leicht und fest sein muss, leicht, um ein schnelles Fallen zu verhindern, fest, um einem Zerreissen durch den Wind vorzubeugen. Da nun die Flügel der Samen ganz anderen morphologischen Ursprungs sind, als die der Früchte, indem sie im ersten Falle aus Integumenten, im zweiten aus Carpellen oder aus Hochblättern hervorgehen, entstand die weitere Frage, mit welchen Mitteln in beiden Fällen die Leichtigkeit und die Festigkeit hergestellt werden. Bekanntlich besitzen die Integumente keine Gefässbündel, während dieselben bei Carpellen stets vorhanden sind; also muss das Baumaterial, aus dem die Flügel bestehen, sehr ungleicher Natur sein, und doch wird derselbe physiologische Zweck angestrebt, und ausserdem die Hauptbedingung, dass die Konstruktion der Flügel vor allem rationell sei, erfüllt. Es schien also von vornherein lohnend, von diesen Gesichtspunkten geleitet eine Untersuchung der Flügelfrüchte und Flügelsamen zu beginnen und dieselbe vergleichend auf alle Typen auszudehnen, die schon Dingler[1]) aufgestellt hat und die in jeder einzelnen Gruppe Formen vereinigen, welche, vermöge ihrer übereinstimmenden Konstruktion, auch beim Fallen ähnliche Bewegungen vollführen. Da zumal mechanische Zellen in fast allen Flügeln reichlich vorhanden sind, war ein gutes Mittel geboten, an deren Lagerung die Zweckmässigkeit des Baues nach mechanischen Prinzipien zu erkennen.

So verschiedenartig auch die einzelnen Einrichtungen sind, kann man im allgemeinen doch stets folgende Faktoren als wirksam bezeichnen. Die oft grossen und zarten Flügel müssen beim Fallen dem vorhandenen Luftdruck genügenden Widerstand bieten können. Da nun der Luftdruck bei den verschiedenen Formen der Bewegung seine Angriffspunkte ändert, so werden wir in jedem einzelnen Falle die für die Inanspruchnahme geforderte zweckmässige Anordnung der Skelettelemente erwarten dürfen. Wir stellen uns demnach die Aufgabe, einen inneren Zusammenhang zwischen der Art der Bewegung und der Anordnung der Skelettelemente, also eine Beziehung zwischen Bau und Funktion nachzuweisen. Da diese Übereinstimmung vorhanden ist, möchte ich schon deshalb in der systematischen Einteilung mich den Dinglerschen Typen anschliessen und so in deren Rahmen den Zusammenhang zwischen Inanspruchnahme und zweckmässiger, mechanischer Konstruktion darthun. Je rationeller die Konstruktionen durchgeführt sind, umso vollkommener wird auch die Leistungsfähigkeit der geflügelten Früchte und Samen sein. Umgekehrt wird man aus der Vollkommenheit der Bewegung auf die Zweckmässigkeit des innern Baues schliessen können. Für die Festigkeit bei möglichst geringem Materialaufwand ist bei denjenigen Flügeln, welche auf Biegung in Anspruch genommen werden, das I Trägerprinzip als zweckmässig angezeigt, und daher sehen wir es nach Möglichkeit bei fast allen Flügelarten, sofern die Dicke des Gebildes es zulässt, durchgeführt, bei den Früchten sowohl als auch bei den Samen. Allerdings geschieht dieses in den verschiedensten Formen. Während die Fruchtflügel bald Gefässbündel mit Bast, bald nur Skelettstränge als Gurtungen verwenden, finden wir bei den Samen andere Einrichtungen wegen des Mangels an Gefässbündeln. Bei vorherrschendem Zug in den Flügeln treten die mechanisch wirksamen Zellen in die Mitte, weil eine solche Lagerung derselben, wie Schwendener bekanntlich dargethan hat, am zweckmässigsten ist. Auch die Einrichtungen gegen Einreissen sehen wir überall da, wo eine Kraft in diesem Sinne einwirkt, vertreten; in den meisten Fällen treten zu dem Zweck zahlreiche Anastomosen der Gefässbündel auf. Dazu kommen noch bei einigen Frucht- und namentlich bei den Samenflügeln verschiedene später aufzuführende Einrichtungen.

[1]) Dingler. Über die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane. Seite 1.

Die Arbeit wurde im botanischen Institut der Universität zu Berlin ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Schwendener für die vielfachen Anregungen und Belehrungen meinen ergebensten Dank abzustatten. Auch Herrn Professor Dr. Engler möchte ich für die Bereitwilligkeit, mit der er mir Untersuchungsmaterial aus dem hiesigen Museum überliess, an dieser Stelle nochmals bestens danken.

Spezieller Teil.

I. Der *Acer*-Typus.

So verschieden auch die Formen der Flügel im Allgemeinen sind, so sehen wir doch einige derselben besonders häufig in den verschiedensten Familien mit überraschend gleichem anatomischem Bau wiederkehren. Dies gilt ganz besonders vom Typus *Acer*. Von allen Früchten und Samen, die unter stark beschleunigter Drehung fallen, scheint dieser die vollkommenste Konstruktion zu repräsentieren; denn nicht nur die Bewegungsvorgänge gelangen zu einer grossen Vollkommenheit und Kompliziertheit, die Leistungsfähigkeit steigt bei denselben nach Dingler bis 2,33, während sie bei andern, wie zum Beispiel bei *Fraxinus*, nur den Grad von 1,38 erreicht,[1]) sondern auch die mechanischen Konstruktionen zeigen eine hohe Stufe der Vollkommenheit und Zweckmässigkeit. Es kann uns deshalb nicht wundern, dass die Verbreitung der geflügelten Samen und Früchte dieses Typus sich schnell über weite Bezirke erstreckt. So kann ein einzelner Baum eines Parkes oft einen grossen Teil desselben mit seiner Nachkommenschaft besiedeln. Die Anordnung der Skelettelemente bei *Acer* erinnert uns gleich auf den ersten Blick an die zweckentsprechenden Einrichtungen bei den Flügeln der Insekten und den kräftigeren, praktisch erprobten Konstruktionen der Windmühlenflügel. Im letzteren Fall ganz besonders ist auch die Inanspruchnahme auf Festigkeit eine ganz ähnliche wie beim *Acer*typus. Wir haben als Kraft den Wind, der auf die Fläche der Flügel wirkt und dieselben, da sie sich zur Angriffsrichtung in schiefer Einstellung befinden, zur Drehung bringt. Auch hier ist die eine Flügelkante gegenüber der andern erheblich stärker, weil sie beim Rotieren dem Luftdruck den meisten Widerstand entgegenzusetzen hat. Diese Flanke giebt dem ganzen Flügel Halt in der Längsrichtung, während der übrige Teil nur schwache Versteifungen besitzt.

Der Vergleich mit *Acer* ist gerechtfertigt, denn im selben Sinne, wie der Wind auf den Mühlenflügel wirkt, wirkt bei den Vertretern des *Acer*typus der Luftwiderstand, welcher der Frucht oder dem Samen beim Fall entgegensteht. Eigentlich wäre es richtiger umgekehrt zu sagen, die Frucht oder der Samen drücke vermöge des Eigengewichtes auf die Luft, indessen ist auch die obige Ausdrucksweise gestattet, da Druck und Gegendruck immer gleich sind. Die Luft wirkt aktiv auf das fallende Gebilde in den Fällen, wo ein aufsteigender Luftstrom vorhanden ist. Dass ein solcher vorkommt, zeigt uns schon eine flüchtige Beobachtung. Die Bäume, die

[1]) Die Leistungsfähigkeit wird berechnet aus dem Verhältnis der thatsächlichen Fallgeschwindigkeit zur beobachteten.

im Herbst durch die Hitze der Sonne eine gewisse Menge von Wärme in sich aufgespeichert haben, zeigen besonders am Abend darin einen Unterschied gegen die sie umgebende Luft, die oft um ein erhebliches kühler ist. Tritt man zum Beispiel im Herbst von einer freien Fläche herkommend an eine Nadelholzwaldung, so spürt man ganz deutlich den Temperaturunterschied, da einem ein warmer Hauch entgegenschlägt. Ich habe die Beobachtung machen können, dass leichte Gegenstände, wie z. B. Staub oder Stückchen von Blättern auch bei windstillem Wetter durch diesen Luftstrom in die Höhe getragen wurden. Eine ähnliche Erscheinung kann man in der Stadt im Winter beobachten. Bei windstillem Wetter, wenn es schneit, sieht man die Schneeflocken an den Häusern emporwirbeln, während andere in einiger Entfernung vom Hause ruhig nach unten fallen. Es rührt diese Verschiedenheit von dem starken aufsteigenden Luftstrom her, der sich an den im Vergleich zur Luft wärmeren Wänden bildet. Ein Auftrieb ensteht auch, falls der Wind an einen Waldbestand oder eine Baumgruppe anprallt. Die Flügelfrüchte oder Samen des *Acer*typus sind so gebaut, dass sie beim Fallen durch die Rotation sich fast horizontal einstellen, wodurch dem Luftdruck ein möglichst grosser Widerstand entgegengesetzt wird.

Im folgenden Abschnitt sollen die auch von Dingler zum Teil gebrauchten Bezeichnungen angewandt werden, und zwar für die Seite mit der verdickten Leiste: Schwerkante oder Rückenkante (Fig. 1 R), für die unbelastete: Schmalkante oder Schneide (Fig. 1 S).

Als Beispiel aus der Gattung *Acer* möge die bei uns häufige Art *Acer platanoides* dienen (Fig. 1a). Hier entstehen am Fruchtknoten an zwei gegenüberliegenden Seiten kleine Erhebungen als die ersten Anfänge der jungen Flügel. Ihr Gewebe ist zuerst vollständig gleichmässig meristematisch; bei fortschreitender Entwickelung, etwa bei einer Länge der Flügel von 1 mm, beginnen von der Fruchtknotenwand her in dem Grundgewebe die Gefässbündel sich zu differenzieren. Schon in diesen ersten Anfängen erkennen wir die Zweckmässigkeit der Anordnung im Verlauf der Bündel, nämlich das Parallellaufen an der Rückenkante (Fig. 1a S in der Richtung a b) und das senkrechte Auslaufen auf den Rand (Fig. 1a R in der Richtung c d); auch die an letzterem auftretenden Queranastomosen sind schon angedeutet, so dass die Flügel nur auszuwachsen und in Dauergewebe überzugehen brauchen, um für das Fliegen zweckentsprechend gebaut zu sein. Dass der senkrechte Verlauf der Bündel, wie er eben erwähnt wurde, der einzig zweckentsprechende ist, ist daraus leicht zu ersehen, dass die Skelettelemente bei dieser ihrer Richtung der Krümmung um eine Längsachse am besten widerstehen, denn im ersteren Falle, beim Parallellaufen mit der Rückenkante, stehen sie senkrecht auf der Krümmungsachse c d (Fig. 1a), im zweiten, beim Auslaufen auf die Schmalkante, senkrecht auf der Krümmungsachse ab (Fig. 1a).

Führen wir durch die Rückenkante eines *Acer*flügels im Reifezustande einen Querschnitt, so sehen wir die für die Biegungsfestigkeit nötige Anordnung der Träger. In das lockere Grundgewebe, fast unmittelbar unter der Epidermis eingelagert, liegen die Gefässbündel in einem Kreis angeordnet. Dieselben bilden einen hohlen Träger. Die Gefässbündel besitzen nach aussen wie nach innen einen Bastbelag, von denen der äussere stärker entwickelt ist. Dieselben bilden die festen Pfosten und fungieren im Verein mit den gegenüberliegenden als biegungsfestes System (Fig. 1b a—a′, b—b′, c—c′). Dieselben sind durch ein leichtes, zartes Parenchym verbunden, das um die Gefässbündel herum verdickte Wände zeigt. Von der Stelle an, wo die Gefässbündel senkrecht zum Rande der Schneide ausbiegen, legen sich dieselben, die zuerst in der Rückenkante zu einem Hohlcylinder geordnet waren, in eine Ebene. Die Bastbündel umgeben hier in der Schneide die Mestombündel gleichmässig von allen Seiten und das Grundgewebe besteht aus Schwammparenchym.

Das Skelettgewebe besteht im ganzen Flügel aus echten Bastzellen mit linksschiefen Poren, starker Wandverdickung, zugespitzten Enden und von bedeutender Länge.

Wir sahen, dass die am meisten in Anspruch genommene Rückenkante nach dem Prinzip eines auf Biegung eingerichteten Trägers gebaut ist, während in der Schneide die Gefässbündel wegen der geringeren Inanspruchnahme in einer Ebene gelagert sind.

Ähnlich wie *Acer platanoides* verhalten sich die übrigen Arten der Gattung; ich untersuchte von diesen *Acer pseudoplatanus*, *Acer Thomsoni*, *Acer sacharinum* und *Acer hyrcanum*. Nur die Stärke der Skelettelemente und der schwerere oder leichtere Bau des Parenchyms wechselt, je nach der Grösse der Früchte.

Ganz denselben inneren und merkwürdigerweise auch äusseren Bau wie *Acer* zeigt eine in der Verwandtschaft entfernt stehende, die zu der Familie der *Polygalaceae* gehörige Gattung *Securidaca*. Wir finden, dass hier durch zartere Entwickelung des Parenchyms, das durchweg aus Schwammgewebe besteht, noch mehr für die Leichtigkeit gesorgt ist. Etwas neues bildet nur die Behaarung, die bei geflügelten Früchten selten ist und bei geflügelten Samen wohl gar nicht vorkommt. (Die später zu erwähnenden Angehörigen der *Dipterocarpaceen* entwickeln oft reichlich Haare).

Viele Vertreter findet der *Acer*typus in der Familie der *Malpighiaceae*, die überhaupt einen grossen Reichtum an geflügelten Früchten und zwar aus den verschiedensten Typen aufzuweisen hat. Ich untersuchte von den acer-ähnlichen Früchten *Schwannia*, *Janusia*, *Banisteria*, *Acridocarpus*, *Stigmatophyllum* und *Heteropteris*, alle sehen sich in der Form und der Anatomie ähnlich. Vom äusseren Bau der Früchte wäre hier die Eigentümlichkeit zu erwähnen, dass die Bildung der Rückenkante bei den verschiedenen Arten auf morphologisch ganz entgegengesetzten Seiten auftritt. Bei einem ist es die dem Fruchtstiel abgewandte Seite, die verdickt ist, dann wieder *Acer* entsprechend die zugewandte. Erstere Eigentümlichkeit finden wir bei *Banisteria*, *Acridocarpus*, *Stigmatophyllum*, *Schwannia* und *Janusia*, letztere bei *Heteropteris* vor.

Die mechanischen Konstruktionen weichen auch nur wenig vom Typus *Acer* ab. Wir finden hier in der Rückenkante dieselbe praktische Anordnung der Gurtungen. Nur zeigt sich, dass die Skelettbelege auf der Aussenseite der Gefässbündel viel schwächer entwickelt sind als auf der Innenseite. Sie können aussen mit nur wenigen Zellen angedeutet sein. Die inneren Skelettzellen sind langgestreckt, nicht sehr stark verdickt und besitzen ziemlich schräg gestellte Querwände.

An dieser Stelle sei auch die *Malpighiacee Tetrapteris inaequalis* erwähnt, die unter keinen der später aufzuführenden Typen untergebracht werden kann. Die Frucht von *Tetrapteris* bildet eine einsamige Nuss, die mit vier Seitenflügeln ausgestattet ist, zwei grösseren nebeneinanderliegenden und zwei kleineren denselben gegenüber; letztere sind ein wenig aufwärts gekehrt und etwas schräg gestellt, wodurch das Gebilde beim Fallen in drehende Bewegung versetzt wird (Fig. 2a). Die Verzögerung ist nicht unbedeutend, denn die Geschwindigkeit beträgt bei ruhigem Fall 3 m in 2 Sekunden, wobei die Frucht sehr schnell rotiert. Die Bewegungen stimmen mit denen von *Acer* überein. Während es jedoch beim ganzen *Acer*typus gleichgültig ist, welche der beiden Flächen der durch das Rotieren horizontal gestellten Frucht nach unten gewandt ist, ist dies bei *Tetrapteris* nicht der Fall. Eine ganz bestimmte, an der Anheftestelle des Stieles gelegene Seite ist beim Fallen dem Boden zugewandt, und so sehen wir, dass das Unten und Oben verschieden in Anspruch genommen wird, die untere Seite mehr auf Zug, die obere mehr auf

Druck. Dies drückt sich auch im anatomischen Bau aus und zwar am ausgeprägtesten ungefähr zwischen dem Samen und den Flügelspitzen. Ein Querschnitt an dieser Stelle (Fig. 2b) zeigt uns auf der Druckseite verhältnismässig kleine Gefässbündel, die bald mehr nach der Epidermis, dann wieder mehr nach der Mitte zu liegen. Die Bastzellen, die den Mestomstrang begleiten, besitzen ein sehr kleines Lumen; sie umgeben letzteren von allen Seiten in nicht zu grosser Anzahl (Fig. 2β). In viel grösserem Masse ist für die Festigkeit auf der andern, also der Zugseite, gesorgt. Hier sind ausser den Bastzellen, die das Mestom umgeben, nach innen und zwischen die Gefässbündel noch verdickte und ein wenig verlängerte Zellen getreten (Fig. 2β). Das Grundgewebe ist von zartem Schwammparenchym gebildet, um dem Flügel die nötige Leichtigkeit zu geben. Queranastomosen sind nur in geringer Zahl am Rand vorhanden.

Auch die Familie der *Leguminosen* liefert dem *Ahorn*typus einige Vertreter. In einigen Fällen entstehen die Flügel als Auswüchse der Hülse, wie bei *Pterolobium Kantuffa* (Fig. 4) und *Pterolobium lacerans*, in andern, wie bei *Myroxylon perniferum*, geht dieselbe vollständig so in den Flügel über, dass nur der vom Stiel am weitesten entfernte Same sich entwickelt und der übrige verkümmerte Teil der Hülse die Rückenkante bildet (Fig. 3). Der Flügel entsteht bei *Myroxylon* durch Auswachsen der Hülse nach beiden Seiten, wenig nach der einen, mehr nach derjenigen, die die Schneide bildet. *Myroxylon* bildet so durch seine Form einen Übergang zum *Fraxinus*-Typus (vergl. Fig. 13a). Ein Querschnitt durch die Rückenkante zeigt in der Mitte einen mit Balsam gefüllten Hohlraum, der von der Hülse herrührt, und um diesen herum die Skelettelemente in der von *Acer* her bekannten Anordnung. In der Schneide ist eine mittlere Skelettlamelle ohne Gefässbündel vorhanden, in der Art, wie sie bei *Pterolobium Kantuffa* bisweilen beschrieben werden sollen. Balsamkanäle durchziehen die ganze Frucht. Leider waren bei dem mir zu Gebote stehenden Exemplar die Gewebe durch Umwandlung in Balsam und Eintrocknen vielfach zerstört, so dass nur der Verlauf der Skelettelemente gut zu erkennen war.

Bei *Pterolobium Kantuffa* (Fig. 4) ist der ganze Flügel als Auswuchs der Hülse zu betrachten, in welcher nur ein Same entwickelt ist. Die Einsamigkeit der Flügelfrüchte kann überhaupt als Regel betrachtet werden, was ja von hohem Wert für die Leichtigkeit ist und nach dem Nützlichkeitsprinzip gefordert werden muss. Die Konstruktion ist bei *Pterolobium* wieder sehr günstig und *Acer* ganz ähnlich. Wir haben eine Rückenkante, in der die Gurtungen zum Kreis geschlossen sind, sie sind jedoch nicht mit Mestomsträngen verbunden, sondern umgeben dieselben, die geschützt in der Mitte im Parenchym angeordnet sind. Der Skelettverlauf ist wieder wie bei *Acer* (Fig. 1a a b) im Rücken demselben parallel gerichtet und nach der Mitte zu (in der Richtung c d) auf dieselbe senkrecht. In der Nähe der Schmalkante jedoch wird der senkrechte Verlauf der Skelettelemente auf dieselbe gestört, indem die Bastzellen, welche in der Schneide in einer Platte angeordnet und nicht von Mestombündeln begleitet sind, sich vielfach bündelweise kreuzen und am äussersten Rande der Schmalkante ausbiegen und demselben parallel verlaufen. Hierdurch wird eine Festigkeit gegen Einreissen erreicht, wie sie bei Textilgeweben zu finden ist, und die sonst beim *Acer*typus meist durch die Queranastomosen der Gefässbündel zustande gebracht wird. Die Skelettelemente bestehen aus echten Bastzellen.

Pterolobium lacerans, eine nahe verwandte Art, besitzt einen Flügel, der zu seiner Festigung auch die mit starken äusseren Bastbelegen versehenen Gefässbündel gebraucht, welche im Rücken die von *Acer* her bekannte Anordnung haben. Es tritt jedoch noch eine Verdickung des inneren Füllgewebes auf, das aus gestrickten Zellen besteht. Diese innere Zellschicht spielt in der

Schneidenpartie die Hauptrolle in der Befestigung, denn die Bastbelege, die die Gefässbündel begleiten, sind sehr schwach entwickelt und bilden nur wenige Anastomosen. Auch biegen diese Gefässbündel, die zu beiden Seiten der mittleren Skelettlamelle liegen, nicht senkrecht zum Schneidenrand aus, wie es in den Fällen des *Acer*typus stattfindet, wo dieselben stark in Anspruch genommen werden. Hier hat also, und namentlich am äussersten Schneidenrande, die mittlere Skelettschicht ganz die Festigungsrolle übernommen, während in der Rückenkante die Gefässbündel einen starken Hohlträger bilden.

Ähnliche Verhältnisse wie die letztgenannten finden wir bei *Serjania lucida (Sapindaceae)* (Fig. 5) und *Hymenocardia (Euphorbiaceae)* (Fig. 6a) wieder. Die Schwerkante wird bei den Früchten beider durch die Stelle gebildet, wo die 3 bezw. 2 Samenfächer der Früchte verwachsen sind (Fig. 5 u. 6). Bei der Reife trennen sie sich an diesen Verwachsungsstellen von einander. Bei *Serjania* entfällt von dieser Anheftungsnaht $^1/_4$ (also ungefähr 5—7 mm) auf den Samen, $^3/_4$ (ca. 14—15 mm) auf den Flügel, während bei *Hymenocardia* die ganze Schwerkante von dem etwas verlängerten Samenfach allein gebildet wird (Fig. 6a).

Bei *Serjania* finden wir auf dem Querschnitt durch den Rücken rechts und links unter der Epidermis mächtige Gruppen von Bastzellen, an deren Innenseite einige Mestomstränge liegen. In der Mitte des Flügels, vom Rücken bis zur Schneide, zieht sich wie bei *Pterolobium lacerans* eine Lamelle verdickter Zellen hin, zu deren beiden Seiten die mit wenig äusserem Bast belegten Mestombündel liegen. Auch hier ist wieder wie bei der letztgenannten Frucht diese mittlere Gewebeschicht diejenige, die zur Festigkeit, und zwar beim Biegen (in der Richtung c d) am meisten beiträgt (Fig. 1a.) Die Zellen dieser Schicht sind langgestreckt, jedoch nicht so stark, wie es bei Bastzellen der Fall ist. Hin und wieder treten links schiefe Poren auf. Im Rücken sind diese Zellen der zentralen Lamelle kürzer als in der Schneide. Am Schneidenrand bilden wiederum die Gefässbündel Queranastomosen.

Bei *Hymenocardia* tritt die in der Mitte liegende Verstärkungslamelle ganz besonders hervor. Dieselbe ist von echten, stark verdickten Bastzellen gebildet. Rechts und links an diese Schicht legen sich, wie bei *Serjania*, die Mestombündel an, die hier sehr klein sind und nicht bis zur Schmalkante reichen, daher auch keine Anastomosen bilden (Fig. 6b). Die Mestombündel sind kaum mit einem Schutzbelag nach aussen versehen und nur von einem dreischichtigen Parenchymgewebe überdeckt, welches vielleicht eine dreischichtige Epidermis bedeutet. Am äusseren Schneidenrande kreuzen sich die Bastzellen der Mittelschicht in Strängen, wie bei *Pterolobium Kantuffa*, und biegen am Rande aus, indem sie demselben parallel laufen und so das Einreissen verhüten; eine Einrichtung, die gewöhnlich auftritt, falls keine Queranastomosen bietende Gefässbündel vorhanden sind. Die Rückenkante wird, wie bereits hervorgehoben, von einem Teil der Samenkapselwand gebildet.

Die Monocotylen haben im Verhältnis zu den Dicotylen wenige Vertreter mit geflügelten Früchten aufzuweisen. Zu diesen wenigen gehört *Rajania cordata* aus der Familie der Dioscoreaceen. *Rajania*, welche zu den Schlingpflanzen zählt, steht in der Bildung der geflügelten Frucht auch in der Familie vereinzelt da, denn ihre übrigen Verwandten bilden Flügel an ihren Samen aus, oder erzielen eine ausgiebigere Verbreitung durch die Kleinheit und Leichtigkeit der Samen. *Rajania* bildet ihre Flügelfrucht durch Umwandlung der Kapsel. Zwei Fächer derselben verkümmern, während die Wand des dritten zum Flügel auswächst, wieder ein Beispiel, dass die Einsamigkeit vom Nützlichkeitsprinzip aus verlangt wird.

Der Flügel, der eigentlich eine Umwandlung eines ganzen Kapselfaches ist, zeigt eine Verdickung aller Teile mit Ausnahme der Epidermis. Im verbreiterten Rücken, mitten im Skelettgewebe, befinden sich zwei oder drei Mestomstränge. Unter diesem läuft ein Hohlraum bis zum Samen hinab und auch in der Schneide treten diese Hohlräume in der Mitte auf, nur sind sie kleiner. Es sind diese Hohlräume offenbar Überbleibsel des Kapselfaches, durch dieselben wird dem sonst schweren Gebilde etwas mehr Leichtigkeit gegeben.

Noch verbreiteter als unter den Früchten sind die Angehörigen des Ahorntypus unter den Samen zu finden, wenn sie sich auch auf weniger Familien beschränken.

Besonders häufig finden wir sie in der Familie der *Abietaceae*. Diese Samenflügel nehmen nach der bisherigen Anschauung unter der Zahl der Flugapparate eine besondere Stellung ein, denn schon von Strasburger und Eichler ist darauf hingewiesen worden, dass hier der flügelartige Anhang des Samens, nicht wie es bei anderen ähnlichen Bildungen der Fall ist, ein Auswuchs der Testa, des Integuments, sei, sondern eine sich von der Fruchtschuppe loslösende Zellschicht. Strasburger sagt über den Flügel in seinem Practicum folgendes[1]): „Der Same reift im Oktober. Er löst sich dann mitsamt dem Flügel leicht von der Fruchtschuppe ab. Der Flügel setzt sich auf der Innenseite des Samens zwischen diesem und der Fruchtschuppe fort; der Same fällt später leicht vom Flügel ab, eine entsprechende Höhlung an demselben zurücklassend."

Die Untersuchungen, die ich an den Samen einiger Coniferen, wie *Pinus*, *Picea* und *Larix* anstellte, brachten mich jedoch zu einem andern Ergebnis. Erstens fand ich, dass die Angabe Strasburgers in betreff der Lage des Flügels beim Reifezustande nicht den Thatsachen entsprach, denn der untere Teil des Flügels liegt nicht zwischen Same und Fruchtschuppe, sondern überdeckt ersteren und umgreift ihn sogar in einigen Fällen. Immer liegt also der Same zwischen Flügel und Fruchtschuppe und nicht der Flügel zwischen Fruchtschuppe und Same. Ich ging daher, da ich nach der bisherigen Anschauung über die Lage des Samens, eine Überwallung desselben von der Fruchtschuppe oder ein Wachsen des Samens unter den Flügel oder schliesslich ein Eingebettetsein des Samens in das Gewebe der Fruchtschuppe erwartete, bis auf die jüngsten Entwickelungszustände der Samenknospe kurz vor der Befruchtung zurück und fand, dass keine dieser drei Annahmen zutrifft. Vielmehr geht der Flügel, der schon in den jüngsten Stadien sich deutlich von der Fruchtschuppe abhebt, ohne durch Lichtbrechungsvermögen, oder durch Verschiedenheit der Zellen unterschieden zu sein, in das Integument über, wie dies auf dem Längsschnitte leicht zu erkennen ist (Fig. 7a α—β). In den Jugendstadien der Samenknospe, gleich nach der Befruchtung, wenn das Integument sich noch nicht zur Bildung der harten Samenschale verdickt hat, sieht man auf dem Querschnitt durch dieselbe einen Teil der Testa, an der Stelle, wo der spätere Flügel am Samen sitzt, auf der zur Achse gekehrten Seite (Fig. 7a), durch eine schwache Verdickung der Zellen differenziert. Es ist dieses das erste Stadium, in dem der Flügel sich vom Samen unterscheiden lässt. Der Flügel, wie er sich in seiner späteren Ausdehnung darstellt, kann so entstanden gedacht werden, dass der zur Spitze der Fruchtschuppe gewandte Teil des Integuments, der in den ersten Stadien nur eine geringe Länge zeigt (Fig. 7a α), durch nachträgliches Wachstum zusammen mit der Fruchtschuppe die spätere Länge α—β erreicht. Ob die Trennungsschicht im Teil α—β gerade auf der Grenze zwischen Integument und

[1]) „Das botanische Practicum". Dr. E. Strasburger. 2. Auflage. Seite 485.

Fruchtschuppe stattfindet, mag hier unentschieden bleiben. Das Loslösen des Samens von dem Flügel kommt durch nachträglich eintretendes Verharzen der Zellen der Trennungsschicht zu stande. Durch Austrocknen zur Zeit der Reife verliert das Harz die Klebfähigkeit. Die Stärke der sich ablösenden Zellschicht des Flügels hängt von der Länge desselben ab, und zwar nimmt sie mit seiner Ausdehnung und der Schwere des Samens zu. Bei den bis 34 mm langen Flügeln von *Pinus pinaster* beträgt die Anzahl der Zellen auf dem Querschnitt 7—8, die grösste Zahl, die ich beobachtet habe, während die Samen von *Larix*, deren Flügel nicht 12 mm überschreiten, 1—3 Zellen auf dem Querschnitt besitzen. Das Merkmal, dessentwegen die Abietineen-Samenflügel zum *Acer*typus gestellt werden, besteht in dem flachen Flügel mit einer Schwerkante. Diese letztere kommt dadurch zustande, dass sich die Zelllagen nicht mit gleichmässiger Mächtigkeit von der Fruchtschuppe ablösen, sondern vom Rücken zur Schneide zu abnehmen, so dass an der Schneide der Flügel gewöhnlich in eine Zellfläche übergeht. Auch hat die Rückenkante mehr verdickte Zellen an ihrer Trennungsschicht aufzuweisen, als die übrigen Teile der letzteren (Fig. 8b). Eine Einrichtung, die besonders zur Festigung der Rückenkante beiträgt, kommt bei einigen dadurch zustande, dass dieselbe sich der Länge nach faltet. Diese Falte entsteht erst beim Ablösen des Samens während seines Austrocknens. Durch diese Faltung kommt eine Festigung zustande, wie wir sie bei den reitenden Blättern von *Phormium* und *Iris* finden. Diese Falte findet sich jedoch, soweit ich die Samen untersucht habe, nur bei *Picea excelsa*, *Larix* und *Pinus austriaca* vor, bei den übrigen wird die Rückenkante nur durch die dickeren Zelllagen gebildet. Die Zellen, die hier allgemein zur Festigung des ganzen Flügels verwandt werden, sind gestreckt und verdickt. An der Trennungsschicht finden sich bei einigen Arten besonders stark verdickte Zellen, die den typischen Bastzellen gleichen, da oft noch links schiefe Poren hinzutreten. Bei *Pinus pinaster*, der durch ihre grossen Flügel ausgezeichneten Art, sind die Wände der grösseren inneren Zellen gewellt.

Als spezielles Beispiel mag *Picea excelsa* (Fig. 8a) folgen. Der Flügel von *Picea excelsa* hat durchschnittlich eine Länge von 15 mm. Er überdeckt den Samen und umgreift ihn ein wenig. Der Same liegt zwischen Fruchtschuppe und Flügel. Die Epidermiszellen sind nur wenig gestreckt und verdickt (Fig. 8b). In viel höherem Masse zeigen Verdickungen die Zellen der Trennungsschicht, die, wie zuerst bemerkt, den Bastzellen gleichkommen. Doch nicht überall finden wir, dass die Zellen der Trennungsschicht besonders verdickt sind. Diese Thatsache wäre noch zu erwähnen von *Pinus pinaster* und *Pinus austriaca*. Im wesentlichen ebenso, wie *Picea* gebaut sind fast alle Abietineenflügel, die ich untersuchte.

Eine Einrichtung, die an die Vorkommnisse bei den Früchten erinnert, findet sich bei *Pinus princeps* und *Cedrus* (Fig. 9). Beide besitzen grosse und breite Flügel, die am Rücken aus 7—8 Zellschichten gebildet sind; bei diesen ist der Verlauf der Festigkeitselemente (Fig. 9) am Rücken ein diesem paralleler, worauf sie aber zum Schneidenrande senkrecht ausbiegen. Echte Bastzellen kommen hier, wie bereits erwähnt, nicht vor.

Zu den geflügelten Samen, und zwar zu denen, die den Flügel ohne Zweifel aus den Integumenten hervorgehen lassen, gehört *Hippocratea* (Fig. 10) aus der Familie der *Hippocrateaceae*. *Hippocratea* steht mit den noch zu besprechenden *Cedrelaceen* darin vereinzelt unter den Gattungen mit geflügelten Samen da, dass sie zur Versteifung Gefässbündel verwendet. Zu vermuten steht jedoch, was bei *Hippocratea* bewiesen ist, dass auch bei den *Cedrelaceen* die Gefässbündel zum Bündel des Funiculus in Beziehung stehen. Die Flügelentstehung bei

Hippocratea erklärt leicht das Vorkommen derselben. Ich will hier die Beschreibung Lösener's[1]) darüber folgen lassen:

„Nach der Befruchtung, sagt Lösener, entsteht auf der Dorsalseite jedes Faches (des Fruchtknotens) eine transversale Falte (nach aussen), die sich äusserst schnell vergrössert und zu den eigentümlichen flügelartigen Gebilden auswächst. Dieselbe ist von Anfang an hohl, ihr Lumen kommuniziert mit dem Fache des Fruchtknotens. Die Samenanlagen bleiben zunächst noch längere Zeit in dem Fache selbst und lassen die Falte bezw. den Flügel leer bis kurze Zeit vor der Reife. Dann beginnt der Funiculus sich schnell zu verlängern und zu dem flügelartigen Anhängsel auszuwachsen, wodurch die Samen selbst in das Lumen des aus der Falte hervorgegangenen Flügels herausgedrängt werden." Die anatomischen Befunde stimmen mit diesem Entstehen überein; gleichzeitig findet jedoch auch ein Längenwachstum des Ovulums in der Art statt, dass die Micropyle zu einem langen Kanal wird, der als solcher die Rückenkante durchläuft (Fig. 10). Die Zellen des Rückens sind nur wenig gestreckt und tragen nicht viel zur Festigung bei, wenn sie auch ziemlich stark verdickt sind. In der Mitte des Samenflügels verläuft das Mestombündel des Funiculus, welches mit dem Rücken zusammen das sonst oft nur aus einer Zellreihe bestehende, übrige, zarte Gewebe ausgebreitet erhält.

In der Familie der *Meliaceen* sind es *Swietenia* und *Cedrela*, die zur Versteifung der Flügel Gefässbündel benutzen. *Swietenia* (Cedrela), *Mahagoni* (Fig. 11) besitzt einen grossen, 40—50 mm langen Flügel von lockerem Gewebe, durch dessen Mitte das einzige Gefässbündel vom eigentlichen Samen ausgehend bis zur Flügelspitze zieht.

Die Epidermis besteht aus Zellen, die etwas verdickt sind, während das innere im ganzen Flügel homogene Gewebe lufthaltigem Schwammgewebe gleicht, nur dass diese Zellen hier bei *Swietenia* im Gegensatz zum Schwammparenchym in Blättern durch Netzverdickungen ausgezeichnet sind. Diese verdickten Zellen bilden im Rücken mehrere Schichten, sind demselben parallel gestreckt und mit kleineren Intercellularen versehen, während sie dem Rande zu eine einzellige Schicht bilden und nach diesem hin mehr gestreckt sind. Über diese grossen schwammigen Zellen ist die einschichtige Epidermis wie ein dünnes Tuch gespannt. Die meisten Einrichtungen scheinen hier auf die Leichtigkeit abzuzielen, denn der Same wird beim geringsten Luftzug durch denselben davongetragen. Gegen Zerreissen setzen die netzförmig verdickten Zellen einigen Widerstand entgegen.

Bei *Cedrela* sind die Verstärkungseinrichtungen bei weitem geringer. Der Flügel ist bis 15 mm lang und sehr brüchig; wir sehen auch das ganze Gewebe fast unverdickt, mit Ausnahme der ein wenig verstärkten Epidermiszellen. Im Rücken sowohl wie in der Flügelfläche schieben sich jedoch einige Mestombündel vor, im Rücken beinahe bis zur Spitze, im übrigen Flügel nicht einmal bis zur Hälfte; dort ist es ein einziges Mestombündel, hier sind es gewöhnlich zwei bis drei vereinzelt den Flügel durchziehende Gefässe oder, richtiger gesagt, Tracheiden. Jedoch auch diese tragen nicht viel zur Festigkeit bei. Am Rücken ist das Gewebe vielschichtig, während es dem Rande zu einreihig wird.

Ausser den hier genannten Samen gehören zum *Acer*typus noch eine grosse Anzahl, die ohne Hilfe von Gefässbündeln ihre Versteifungen herstellen, wie das Angehörige der *Proteaceen*, *Büttneriaceen*, *Caesalpiniaceen*, *Sterculiaceen* und viele andere zeigen. Hier sei noch aus der Familie

[1]) Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Loesener, Hippocrateaceae. Seite 225.

der *Apocyneen Plumeria alba* genannt. Plumeria besitzt einen Flügel, dessen Breite 6—7 mm (Fig. 12a) und dessen Länge 14—15 mm beträgt. Die Flugbewegung dieses Samens kommt dem des *Acer*typus gleich, obschon er keine typische Rückenkante besitzt. Die eine Seite ist nur dadurch mit der Rückenkante zu identifizieren, dass der längliche Same etwas nach dieser Kante hin gerückt ist. Die Oberfläche ist aus etwas gestreckten Zellen von verschiedener Gestalt (Fig. 12b u. c) gebildet, die grosslumig sind und deren Aussenwände starke Netzverdickungen aufweisen. Die inneren wie die radialen Wände sind gleichmässig stark verdickt. In der Mitte zwischen diesen beiderseitigen Zellreihen liegt ein zarteres Gewebe, dessen Zellen stark collabiert waren. In betreff der Oberflächenzellen des reifen Samens bin ich mir nicht ganz klar geworden, ob dieselben nicht einer tieferen Schicht angehören und die eigentlichen Epidermiszellen durch Abreissen fehlen? (Querschnitt Fig. 12d.)

II. *Fraxinus*-Typus.

Ein Typus, der nur eine geringe Verbreitung gefunden hat, ist derjenige, dem *Fraxinus excelsior* angehört, und dessen Flügelfrüchte von Dingler zu den „länglich plattenförmigen Organen mit einer belasteten Kurzkante“ gezählt werden. Als belastete Kurzkante bezeichnet Dingler die Seite, an der der Same gelegen ist (Fig. 13a). Ausser bei *Fraxinus* finden wir ähnliche Formen und Flugbewegungen noch bei *Liriodendron*, dem Tulpenbaum (Magnoliaceae) (Fig. 15a), *Ventilago (Rhamnaceae)*, *Isatis (Cruciferae)* (Fig. 16) und *Plenckia (Celastrineae)*. Auch die Leistungsfähigkeit, die diesem Typus zukommt, ist im Verhältnis zu *Acer* eine geringe und erreicht bei *Liriodendron* mit 1.35 die höchste Stufe. Einige Samen von *Fraxinus excelsior*, besonders *var. pedunculata*, fallen sogar zu Boden ohne jegliche Verzögerung und ohne zum Rotieren zu gelangen. *Fraxinus oxyocarpa* (Fig. 14), *Fr. excelsior* und schliesslich *Fr. excelsior var. pedunculata* verhalten sich demgemäss in ihrer Leistungsfähigkeit sehr verschieden. Bei *Fraxinus oxyocarpa* finden wir eine erhebliche Fallverzögerung, während sie bei der *var. pedunculata* kaum eintritt. Die Festigungseinrichtungen sind dementsprechend verschieden.

Bei *Fraxinus excelsior* und *var. pedunculata* ist das ganze Skelettmaterial in der Mitte in Form einer Platte angeordnet, zu deren beiden Seiten die Gefässbündel liegen. Die letzteren besitzen kaum Bastelemente; dieselben sind bei *Fr. excelsior* in noch etwas stärkerem Masse vorhanden als bei *var. pedunculata*. Ziehen wir von der Spitze des Flügels bis zum Samen eine Linie (α—β), so finden wir, dass in dieser Zone, die ich die Mittelebene nennen will, beim ganzen Typus die grössten Verstärkungen vertreten sind. Bei *Fraxinus excelsior* liegen in dieser Mittelebene zu beiden Seiten der inneren Skelettlamelle stärkere Gefässbündel, als sie in der Schneide vorhanden sind. Auch weicht an dieser Region die zentrale Skelettlamelle in zwei auseinander und umschliesst einen zentralen Hohlraum, der bis zum Samenfach hinabläuft.

Entsprechend ihrer grösseren Leistungsfähigkeit ist *Fraxinus oxyocarpa* anders gebaut; hier ist der Same leicht und seine Länge fast ebenso gross, wie die des Flügels (28—30 mm), während bei *Fraxinus excelsior var. pedunculata* das Verhältnis der Flügellänge zu der des Samens 8 : 25 mm beträgt. Die Rotationsgrösse ist daher bedeutend gestiegen und deshalb auch die Zweckmässigkeit der Einrichtung in Bezug auf Leichtigkeit und zugleich Festigkeit; die bei *Fraxinus excelsior* zu Tage tretende Verschwendung an Skelettmaterial in der mittleren Festigungslamelle ist durch eine praktischere Anordnung ersetzt. Das Grundgewebe des Flügels ist zart

gebaut, mit Intercellularräumen, während bei *Fraxinus excelsior pedunculata* die starke zentrale Festigungslamelle vorhanden war. Unter der Epidermis angeordnet, einander gegenüber, liegen die Gefässbündel (Fig. 14b), die hier einzig und allein der Festigung dienen. Zur Mittelebene hin nimmt jedoch auch hier die Verstärkung zu, indem die Gefässbündel stärkere Bastbelege erhalten, jedoch wird auch die Leichtigkeit durch die peripherische Anordnung der Skelettelemente sowie durch das zarte Parenchym nicht ausser Acht gelassen. In der Mittelebene tritt zwischen die beiden einander gegenüberstehenden Gefässbündel, ins Parenchym eingebettet, noch ein drittes, das auf allen Seiten einen gleichmässigen Bastbelag zeigt. Die Gefahr des Einreissens ist hier nicht vorhanden, da die Bündel nicht senkrecht auf den Rand ausstrahlen, sondern demselben fast parallel laufen.

Einige Besonderheiten zeigt der Flügel von *Liriodendron tulipifera* (Fig. 15), obgleich im Prinzip die Festigkeitseinrichtungen dieselben sind. Wie bei *Fraxinus* ist die Mittelebene am meisten verstärkt, ausserdem sind die beiden Schneiden der Flügel fester gebaut, eine Einrichtung, die gegen Einreissen, besonders beim Rotieren, Widerstand leistet. Die zur Achse des Fruchtstandes gewandte Seite ist konkav, während die äussere konvex ist; die letztere ist beim Fall die nach unten gekehrte, also die, welche mehr in Zugspannung sich befindet. Eine Verschiedenheit der Seiten, die bei *Fraxinus* nicht vorhanden war, tritt also auf.

In der Mittelebene, die hier besonders verstärkt ist, finden wir folgende Festigkeitseinrichtungen. Von der Konvex- zur Konkavseite fortschreitend begegnen wir folgenden Verhältnissen: Zuerst eine stärkere Epidermis mit dicker Cuticula, worauf ein Gefässbündel folgt, das einen starken nach der konkaven Seite gekehrten Bastbelag besitzt (Fig. 15b). Das Mestom grenzt der Mitte zu an einen grösseren Hohlraum, der von einer Scheide verdickter Zellen umgeben ist und nach unten mit der Fruchtknotenhöhlung kommuniziert. Eine Reihe zarter Zellen beginnt von diesem Hohlraum und reicht bis zur Konkavseite. Zu beiden Seiten dieser zarten Zellen, als Gegengurtung zum vorher angeführten Gefässbündel, stehen zwei Gruppen von Bastzellen. In den beiden Schneiden liegen die Gefässbündel nicht in Gurtungen einander gegenüber, sondern in der Mitte. An den Kanten treten zu den längs verlaufenden Gefässbündeln noch Verdickungen der Parenchymzellen hinzu, die hin und wieder unter der Epidermis Sclerenchymzellen ähneln. Durch alle diese Versteifungen erhält der Flügel von *Liriodendron* eine recht ansehnliche Steifigkeit.

Ventilago besitzt eine rundliche Frucht, an welcher der 12—15 mm lange Flügel anhaftet. Der Bau ist ein ähnlicher wie bei *Fraxinus oxycarpa*. Die Gefässbündel stehen beiderseits unter der Epidermis einander gegenüber, nehmen zur Mittelebene an Stärke zu und sind in derselben am grössten, einen ansehnlichen Mittelnerv bildend. Das Innere des Flügels wird durch ein zartes Gewebe gebildet, mit Ausnahme der Mittelebene, wo auch die Parenchym- und Epidermiszellen verdickt sind. Zum Rande zu sind zur Verhinderung des Einreissens wiederum Anastomosen der Gefässbündel vorhanden; ausserdem befindet sich in der Schneide ein stärkeres Bündel.

Zum *Fraxinus*typus wäre vielleicht noch die Schliessfrucht von *Isatis indigofera* (Fig. 16a) ihrer Form und des Baues wegen zu rechnen. In den meisten Fällen wird in derselben nur ein Same entwickelt und zwar an der der Befestigungsstelle gegenüberliegenden Seite, also in der Spitze der Frucht. Da die letztere stets flach ist und nicht aufspringt, so gleicht dieselbe einer Flügelfrucht. Auf dem Querschnitt zeigt sich wiederum in der Mittellinie die grösste Festigkeit. Zwischen den hier am stärksten ausgebildeten, unter der Epidermis gelegenen Gefässbündeln be-

findet sich ein Hohlraum, das Fach der Frucht, welches sich zum Samen zu mehr und mehr verbreitert. In seiner unmittelbaren Umgebung bilden die Zellen eine einschichtige Scheide von verdickten Elementen, die nicht gestreckt sind, und ein sehr kleines Lumen aufweisen. An zwei einander gegenüberliegenden Stellen ist diese Scheide unterbrochen (Fig. 16 b α u. β), vielleicht ein Überbleibsel aus früheren Zeiten, wo sich die Kapsel noch an diesen Stellen öffnete. Der Hohlraum wird, und dieses ist besonders zum Stiel zu der Fall, oft von einem lockeren Gewebe zarter Zellen erfüllt. In den übrigen Teilen des Flügels stehen die Gefässbündel ebenfalls als Gurtungen einander gegenüber, getrennt durch zartes Parenchym; an den Kanten ist auch hier das Gefässbündel ein wenig stärker.

Wir haben hiermit den *Faximus*-Typus beendet. Wir sahen, wie namentlich die bezeichnete Mittelebene auffallend stark versteift ist und somit die Hauptstütze für die ganze Frucht bildet. Ausserdem ist dieselbe in ihren andern Teilen bei den günstig gebauten Arten durch doppelt T-förmige Träger hinlänglich gefestigt. Das Einreissen wird hauptsächlich durch das Parallellaufen der Bündel mit der Kante verhindert.

III. *Dipterocarpus*-Typus.

Eine Flügelbildung, die bezüglich ihrer Funktion noch wenig beschrieben und besonders durch ihre Eigenart auffallend ist, hat in der Familie der *Dipterocarpaceae* eine fast durchgehende Verbreitung gefunden. Die Konstruktion ähnelt der eines Federballes. Die Frucht ist eine schwere, im Durchmesser bis über 22 mm grosse Nuss, von der 2—5 lange Flügel nach einer Richtung abgehen (Fig. 17 a). Dieselben sind aus den verlängerten Kelchblättern gebildet, die eine Grösse bis zu 20 cm erreichen können, im ganzen etwas gedreht, nach der Spitze zu ein wenig breiter und nach aussen umgebogen sind. Durch die gedrehte Lage wird die Frucht während des Falles in eine rotierende Bewegung versetzt. Durch diese Rotation, die oft eine erhebliche Geschwindigkeit annehmen kann, wird der Fall der Frucht, die sich im übrigen senkrecht zu Boden bewegt, nicht unerheblich verzögert. In 20 Sekunden werden ca. 20 m beim Fall zurückgelegt. Der Fall der Frucht ist, wie eben erwähnt, ein senkrechter. Es ist damit gemeint, dass die Frucht nicht, wie beim *Acer*-Typus, ausser der Rotationsbewegung noch eine Kreisbewegung vollführt. Da die *Dipterocarpaceen*-Bäume von grosser Höhe sind, sollte man meinen, die Früchte würden durch ihr verlangsamtes Herabfallen dem Wind genügend Gelegenheit bieten, die Samen weiter zu verbreiten. Dieses soll jedoch nach Beobachtungen von Brandis nicht der Fall sein. Denn die in grosser Menge produzierten Früchte fallen dicht um den Baum hin, wo sie auch gleich keimen und Wurzel fassen, so dass unter dem alten Stamm ein dichtes Gestrüpp junger Schösslinge entsteht. Beobachten wir beim Fallen der Früchte die Flügel, so werden wir sehen, dass dieselben beim Rotieren stark dem Einreissen ausgesetzt sind. Deshalb treten am ganzen Gebilde häufig Queranastomosen auf. Im übrigen ist der Flügel, seinem Ursprung gemäss, ähnlich gebaut, wie für gewöhnlich die grünen Kelchblätter, und zeigt keine wesentliche Umänderung des inneren Baues zu Gunsten seiner Eigenschaft als Flügel. Die beiden Seiten, die Oberseite und die Unterseite, sind oft ein wenig verschieden gebaut, was ja gewöhnlich auch bei anderen Blättern der Fall ist. Vielleicht beruht jedoch diese Verschiedenheit zum Teil auch auf der verschiedenen Inanspruchnahme der beiden Flächen, und zwar der Oberseite mehr auf Druck, der unteren mehr auf Zug.

Dipterocarpus trinervis besitzt grosse und schwere Früchte, deren Flügel eine Länge von 25 cm erreichen und eine derbe, lederartige Konsistenz besitzen. Nur drei Kelchblätter bleiben kurz, während die andern zu den mächtigen Flügeln heranwachsen. Den Flügel durchziehen drei Hauptnerven der ganzen Länge nach, zum Rande Ausläufer mit vielen Queranastomosen entsendend. Auf der äusseren Seite, die der Unterseite der Kelchblätter entspricht, treten die Nerven scharf hervor; auf der Oberseite dagegen sind sie breiter und flach.

Ein Querschnitt zeigt uns folgende Anordnung. Das Parenchym ist nicht auffallend zart und von etwas gestreckten Zellen gebildet, durch deren Mitte die Gefässbündel ziehen. Nach eben dieser Seite hin ist das Gefässbündel verbreitert, während es zur Unterseite ein wenig verschmälert ist. Im Bast eingebettet verlaufen zwei Kanäle, von denen der der Oberseite genäherte vom Mestom herrührt. Vielleicht hat der andere den gleichen Ursprung. Ich konnte jedoch denselben wegen Mangel an Material nicht entwicklungsgeschichtlich untersuchen. Die Skelettzellen, die den Hohlraum umgeben, sind typische Bastelemente mit starker Verdickung.

Bei *Dryobalanops camphora*, ebenfalls einer *Dipterocapace*, finden wir fast dieselben Verhältnisse wieder. Die Flügel sind hier nicht so gross; sie erreichen eine Länge von 30—60 mm. Die länglich zugespitzte Nuss ist noch grösser und schwerer. Die anatomischen Merkmale erinnern ebenfalls sehr an *Dipterocarpus*. Das Mestom ist allseitig von Bast umgeben. An der Unterseite desselben liegt ein grosser Harzkanal. Das Gefässbündel ist nach der Oberseite hin ebenfalls verbreitert, und das Skelettmaterial besteht aus echten Bastzellen. Anastomosen der Gefässbündel sind auch hier reichlich vorhanden.

So wie die aufgeführten Vertreter sind fast alle *Dipterocarpaceen* gebaut, fast immer finden wir einen Unterschied zwischen Ober- und Unterseite wieder. Etwas abweichend verhält sich *Monotes (Dipterocarpaceen)*. Der Fruchtknoten ist hier oberständig und wird von den Flügeln umfasst, die eine mehr ausgebreitete Lage haben, als die vorigen. Die Verzögerung ist daher eine noch grössere. Der innere Bau ist jedoch im wesentlichen von den vorigen kaum abweichend. Ebenso verhalten sich die zur selben Familie gehörigen Früchte *Hopea selanica* (Fig. 17) und *Vatica lanceaa*, die im übrigen noch mehr sich *Dryobalanops* anschliessen.

Ausser diesen interessanten Früchten der *Dipterocarpaceen* existieren noch aus anderen Familien ganz ähnliche Flügelbildungen. So weisen die *Polygonaceen* zwei Vertreter auf: *Calycopteris floribunda* (Fig. 18) und *Triplaris Poeppigniana*. Diese Arten sind im Äusseren den vorhergehenden sehr ähnlich. Sie besitzen drei Flügel, die jedoch aus der Blütenhülle entwickelt werden. Die Früchte sind sehr leicht gebaut und mit vielen, oft langen Haaren besetzt. *Calycopteris* legt 3 m in 3 Sekunden zurück, nicht selten jedoch ist die Verzögerung eine noch grössere. Ihre Frucht ist auch sehr klein, die Flügellänge beträgt 20 mm. Hier haben die Aussen- und Innenseite nur geringe Verschiedenheiten, die Gefässbündel, die in der Mitte des Gewebes angeordnet sind, zeigen auf der Aussenseite einen etwas stärkeren Bastbeleg. Hin und wieder sind die Zellen des Parenchyms um das Gefässbündel ebenfalls etwas verstärkt. Das übrige Parenchym ist ausserordentlich zart und lufthaltig gebaut, wodurch sich die grosse Leichtigkeit der Frucht erklärt.

Ganz denselben inneren Bau wie *Calycopteris* besitzt *Triplaris*. Die Frucht ist nur um einiges grösser; die Flügel erreichen die Länge von 50 mm. Zu dieser Art der Flügelbildung gehört ferner noch eine *Combretacee*, *Gyrocarpus* (Fig. 19). Die Flügel derselben, zwei an der Zahl, sind über 50 mm lang und verbreitern sich nach der Spitze zu; auch sind sie, um mehr Widerstand der Luft entgegenzusetzen, wie die Flügel der Dipterocarpaceen, etwas nach aussen

gebogen. Hierdurch, wie durch eine etwas gedrehte Lage (Fig. 19), gerät das Gebild beim Fallen in schnelle Rotation, die den schweren und sehr grossen Samen in seinem Fall wesentlich hemmt. Die Flügel werden von parallel laufenden Gefässbündeln durchzogen, die zugleich dem Rande parallel ziehen und daher Anastomosen unnütz machen; dieselben treten daher auch nicht auf. Aussen- und Innenseite sind in Bezug auf ihre Anatomie nicht oder kaum verschieden. Die Gefässbündel, die allseitig von Bast umlagert sind, liegen in der Mitte des Flügelgewebes. Eine Eigentümlichkeit, die sich besonders hier bemerkbar macht, aber auch bei den *Dipterocarpaceen* vertreten ist, kommt dadurch zustande, dass die Flügel zur Spitze verbreitert und infolgedessen schwerer sind als an der Basis. Letzteres ist besonders auffallend bei *Gyrocarpus asiaticus*. Wird nun durch die schiefe Einstellung der Flügel eine Rotation eingeleitet, so breiten sich durch die Zentrifugalkraft die an den Enden schweren Gebilde auseinander, wodurch sie der von unten wirkenden Luft eine viel grössere Angriffsfläche darbieten. Das Divergieren der Flügel bei starker Rotation beträgt ca. 120—140°.

IV. *Halesia*-Typus.

Zu den Früchten, deren Fallbewegung nach Dingler unter beschleunigter Drehung erfolgt, gehört noch der 8. Typus dieses Autors mit den Vertretern *Halesia* (Fig. 20) und *Combretum*. Ihre Leistungsfähigkeit ist keine grosse und bei einigen Früchten und Arten von *Halesia*, speziell *tetraptera*, fällt die Frucht ohne Verzögerung zu Boden. Die Form der Gebilde zeigt je nach der Art auf dem Querschnitt einen 3-, 4- oder 5strahligen Stern, dessen Arme von den Flügeln gebildet werden, die, wie die Figur zeigt, radial von der Frucht abstehen. Beim Fall wirkt der Luftdruck auf die nach unten gekehrte Hälfte der Frucht, dabei also auf die Schneiden der Flügel, während durch das gleichzeitige Rotieren die Luft senkrecht auf die Fläche der Flügel drückt. Diesen beiden Druckrichtungen mussten sich also die Festigkeitseinrichtungen anpassen.

Bei *Combretum* finden wir folgende Thatsachen. Führen wir einen Schnitt, der den Flügel tangential trifft (Fig. 21 a α—β), so stellt sich uns das Gewebe so dar (Fig. 21 b), dass wir beiderseits eine etwas verdickte Epidermis vor uns haben, während das Parenchym von lockerer Beschaffenheit ist. In dieses eingelagert finden wir nur Bastzellen; Gefässbündel fehlen vollständig in den Flügeln. Die Bastzellen liegen nahe der Epidermis in Schichten geordnet, dieselben durchsetzen in der Flächenansicht den Flügel von der Ansatzstelle bis zum Rande. Diese einander gegenüberliegenden Platten bieten den erforderlichen Widerstand gegen den auf die Fläche des Flügels wirkenden Druck, der bei *Combretum* vorzugsweise in Betracht kommt. Ausser diesen am Rande, nahe der Epidermis, angeordneten Platten durchziehen das Parenchym noch Stränge von Bastzellen in derselben Richtung wie die ersteren (Fig. 21 b). Wie dieselben unter den gegebenen Umständen beansprucht werden, will ich dahingestellt sein lassen. Besondere Schutzeinrichtungen gegen Zerreissen kommen bei *Combretum* nicht vor. Die Skelettmaterialien bestehen aus echten Bastzellen, während das Parenchym leicht gebaut ist. Mit viel geringeren, nicht so weit abstehenden Flügeln sind *Halesia tetraptera* und *Halesia stenocarpa* ausgestattet, auch sind ihre Samen gross und schwer. Daher durchfliegen einige Früchte derselben 3,3 m in der Sekunde, während sie bei *Combretum* viel längere Zeit hierzu gebrauchten. Das Fallen ist also bei *Halesia* noch schneller und der Druck auf die Fläche des Flügels ist wegen der fast mangelnden

Rotation kaum vorhanden. *Halesia* ist daher wegen seiner wenig typischen Flugbewegung zum Studium nicht sehr geeignet. Das Gewebe des Flügels besteht aus nicht sehr zartem Parenchym. Längs dem Rande zieht sich vom Stiel bis zur Spitze der Frucht ein einziges Gefässbündel, welches allseitig von Bast umgeben ist. Dasselbe bildet einen guten Schutz gegen Einreissen; vielleicht auch bietet es dem Flügel einigen Halt gegen den von unten her wirkenden Luftdruck.

V. *Ulmus*-Typus.

Die folgenden Früchte werden von Dingler zu einer besonderen Abteilung gezählt, da sie nicht wie die vorhergenannten und noch zu nennenden Angehörigen des IV. und X. Typus beim Fall rotieren. Es ist dies der Typus der scheibenförmigen Flugorgane mit bikonvexem Samen in der Mitte. Derselbe hat nicht gerade viele Vertreter, da ihre Fallbewegung keine sehr ausgebildete ist, sondern sehr unregelmässig verläuft. Trotzdem befinden sich in den Flügeln viele Verstärkungen in Form von Gefässbündeln, die das Gebilde versteifen, besonders fallen die vielen Queranastomosen auf. Es scheint also wiederum eine besondere Festigung gegen Einreissen nötig zu sein. Verfolgen wir nun das Fallen der Früchte, so werden wir finden, dass sie nicht ruhig ihre Bahn beschreiben, sondern unregelmässig hin und herflattern. Einige Anforderung wird damit gewiss an die Festigkeit gegen Einreissen gestellt. Ich will jedoch hiermit nicht behaupten, dass die öfters sehr starken Anastomosen allein den genannten Zweck hätten. Ich untersuchte aus diesem Typus *Pterocarpus, Ptelea* (Fig. 23) und *Ulmus*. Als Beispiel möge hier *Pterocarpus abyssinicus* (Fig. 22a), eine *Leguminose* dienen. *Pterocarpus abyssinicus* hat eine 28 mm lange und eine etwa ebenso breite Frucht, die flach gedrückt ist, der Flügel bildet einen Rand von 7—8 mm. Es fällt die vorher erwähnte grosse Anzahl der Queranastomosen auf, die jedoch bei *Ulmus* und *Ptelea* in noch höherem Masse entwickelt werden. Führt man einen Querschnitt in der Nähe des Samens, so findet man hier die bekannte Anordnung für Biegungsfestigkeit. Die Gurtungen, die aus Bündeln mit stärkerem äusseren Bastbelag bestehen, liegen einander gegenüber (Fig. 22b). Die Mitte wird durch etwas verdicktes Schwammgewebe angefüllt, das zwischen den Gurtungen eine Verbindung bildet. Über den Gefässbündeln ist die Epidermis zweireihig. Zum Rande zu legen sich die Bündel in eine Ebene.

Etwas anders als die vorhergenannten vollführt *Paliurus* seine Flugbewegung. Das ganze Gebilde ist sehr leicht gebaut und zeigt mehr ruhige Bewegungen, indem es sich etwas dreht. Wir sehen daher die Queranastomosen sehr zurücktreten. Zum Teil sind dieselben auch deshalb nicht so notwendig, weil die Frucht nicht so dünne Flügel besitzt, wie zum Beispiel *Ulmus* oder *Ptelea*. Die Gefässbündel strahlen allseitig vom Samen senkrecht auf den Rand aus, der ein wenig auf und abgewellt ist, eine Erscheinung, die wohl auf die Drehung ihren Einfluss hat. Die Gefässbündel sind auch hier in der Nähe des Samens in Trägerform angeordnet. Zunächst dem Rande legen sie sich wieder in eine Ebene.

VI. *Bignoniaceen*-Typus.

Der V., IX. und XI. Typus nach Dingler, die länglich platten- und scheibenförmigen Organe, erheben einen besonderen Anspruch auf Interesse, da ihre Vertreter hauptsächlich aus grossgeflügelten Samen bestehen, die bei der Herstellung ihrer Festigkeit ohne Gefässbündel

und für gewöhnlich auch ohne eigentliche Bastzellen operieren und daher andere Konstruktionen erstreben müssen. Am meisten finden wir unter den hierher gehörigen Samen solche von *Bignoniaceen*, die durch die Grösse und Zartheit ihrer Flügel auffallen. Bei den grösseren Formen der *Bignoniaceen*-Samen, wie *Pithecium* und *Calosanthes*, die zu den scheibenförmigen Flugorganen gehören, finden wir überaus ruhige Bewegungen. Die Samen durchziehen in grossen Kreisen, Raubvögeln vergleichbar, die Luft. Es ist stets die eine Breitseite, zu der der eigentliche Same ein wenig hingerückt ist, beim Fluge nach unten gekehrt. Die kleineren Samen von länglicher Gestalt, wie zum Beispiel diejenigen von *Bignonia*, *Catalpa* und *Tecoma*, senken sich schnell rotierend langsam zu Boden, indem sie ausser der Rotationsbewegung, ähnlich wie *acer*, noch kleine Kreisbewegungen vollführen.

Die Verstärkungseinrichtungen müssen so beschaffen sein, dass sie vor allem der Wirkung zweier Kräfte Widerstand leisten, dem von unten wirkenden Druck, der den Flügel auf Biegungsfestigkeit in Anspruch nimmt, und anderseits der das Zerreissen der zarten, am Rande nur einzelligen Gebilde anstrebenden Kraft. Am einfachsten sind die Verhältnisse bei *Bignonia discolor*, *Distictes* und *Anemopaegma*.

Bignonia discolor (Fig. 24 a) besitzt einen länglich plattenförmigen Flügel mit in der Mitte gelegenem Samen. Die Untersuchung zeigt uns eine grosse Länge der Zellen, die verdickt erscheinen, aber breite Endigungen besitzen (Fig. 24 c). Mehr dem Samen zu ist die anfangs einzellige Schicht doppelt; dann tritt weiterhin ein zartes Flügelgewebe dazwischen, dessen Zellen einen anderen Verlauf besitzen, als die Reihen der Oberhautzellen, die sie gewöhnlich kreuzen. Diese Einrichtung, sowie das Ausbiegen der Zellen am Rande, bildet die nötige Festigung gegen Einreissen. In der Nähe des Samens sind diese Verstärkungen zum Schutz des Nucellus in noch höherem Masse vorhanden. Die Zellzüge beschreiben hier die verschiedensten Wege und verlaufen am Rande denselben parallel. Die Einrichtungen für die Biegungsfestigkeit wird man genauer erst auf dem Querschnitt gewahr. Schneidet man ungefähr in der Mitte zwischen Samen und Flügelrand senkrecht zum Verlauf der Oberhautzellen, so hat man im Zentrum eine Lage von zarten Zellen, zu beiden Seiten begrenzt von einer Lage stärkerer, die den mechanisch wirksamen Teil ausmachen; es sind nämlich sämtliche zur Oberfläche senkrechten Wände stark verdickt (Fig. 24 b). Oft zeigen diese Radialwände im Querschnitt die Form eines Herzens oder einer Spindel. Diese Radialverdickungen stellen die Gurtungen dar, die sich mit den gegenüberliegenden zu den notwendigen, doppelt T-förmigen Trägern kombinieren. Hierdurch kommt eine Einrichtung zustande, die trotz grosser Leichtigkeit doch den mechanischen Anforderungen genügt. Dieselbe sehen wir daher häufig wiederkehren, nicht nur in der Familie der *Bignoniaceen*, sondern in ähnlicher Weise auch bei einer *Apocynee*, *Aspidosperma* (Seite 18). Ganz ebenso wie *Bignonia discolor* sind, wie erwähnt, *Distictes* (Fig. 25 a), *Anemopaegma* und *Pithecium* (Fig. 27) eingerichtet, etwas abweichend verhält sich dagegen *Tecoma ochracea* (Fig. 28). Gehen wir bei letzterer vom Rande des Flügels zum Samen, so finden wir zuerst nur eine Lage langgestreckter Zellen, die stellenweise nach dem Lumen vorspringende, oft netzig verbundene Leisten zeigen. Diese Leisten treten besonders an den Enden der Zellen auf. In der Mitte zwischen Samen und Rand erscheint die zweite Lage, die sich mit sehr verbreiterten Enden auflegt; hier beginnen auch die Leistenverdickungen allen Zellen eigen zu sein. Weiter zum Samen hin tritt zwischen den beiden Schichten wiederum eine dritte auf, welche ebenfalls die erwähnten Verstärkungen, die hier Netzverdickungen gleichen, besitzt, und deren Zellen ausserdem in anderer Richtung verlaufen.

Ähnlich wie *Tecoma ochracea* ist auch *Tecoma stans* eingerichtet; auch kann *Jacaranda obovata* hierhergestellt werden.

Einige Abweichungen von den vorigen zeigt noch *Bignonia unguis*. Der Flügelrand, soweit er einzellig ist, weist dieselben Verhältnisse auf wie *Bignonia discolor*. Die Zellen sind hier langgestreckt, besitzen mehr verdickte Radialwände und biegen am Rande ein wenig seitlich aus. Mehr dem Samen zu, wo schon zwei Zellschichten aufgetreten sind, nehmen einige der Oberhautzellen einen bastähnlichen Charakter an. Sie zeigen eine starke, allseitige Verdickung, weisen linksschiefe Poren auf und sind an ihren Enden zugespitzt. Zum Samen hin verschwinden die Zellen, die nur Radialverdickungen zeigen, und an deren Stelle treten die Bastzellen häufiger auf, bis sie in der Umgebung des Nucellus vollständig das Gewebe der Oberhaut bilden.

Bei *Catalpa* (Fig. 29) finden wir nicht nur die oberste Zellschicht mit verdickten Radialwänden versehen, sondern auch die 2—3 darunter liegenden. Ausserdem sind hier und da auch die zur Oberfläche parallelen Wände in derselben Weise verdickt. Ähnliche Radialverdickungen, die sich in mehreren Reihen finden (Fig. 30 c), begegnen uns auch bei *Calosanthes indica* (Fig. 30 λ—σ), einer sehr gross geflügelten *Bignoniacee*. Ihr Samenflügel zeichnet sich durch eine andere Eigentümlichkeit aus. Stellenweise sehen wir die Wände der langgestreckten Zellen der Mittellamelle auseinanderweichen (Fig. 30), so dass sie lange Ketten von linsenförmigen Hohlräumen bilden, und uns das Gewebe, von der Fläche gesehen, wie ein Sieb durchlöchert erscheint. Die Hohlräume der einen Wand wechseln mit den der ihr gegenüberliegenden ab; durch dieselben wird die zuerst im Querschnitt runde Zelle seitlich komprimiert, wodurch die Radialwände verlängert werden. Ausser den Radialverdickungen besitzt *Calosanthes* noch Spiral- und Netzversteifungen (Fig. 30 d).

Wie schon vorher erwähnt, finden sich bei *Aspidosperma* (Fig. 32 a), einer *Apocinee* mit ebenfalls scheibenförmigem Flugorgane, einige ähnliche Verhältnisse. Der Samen ist 24—25 mm gross und vollständig plattgedrückt; er besitzt allseitig einen 14—15 mm breiten Flügel, in dessen Mitte sich der grosse Funiculus befindet. Schon makroskopisch ist zu ersehen, dass die mechanischen Zellen radial angeordnet sind, d. h. in ihrem Verlauf allseitig vom Samen senkrecht zum Rande ausstrahlen. Vorrichtungen gegen Einreissen sind hier nicht vorhanden, weshalb der Flügel sich leicht einschlitzen lässt, was jedoch die Bewegung nicht hindert. Untersuchen wir den Flügel mikroskopisch, so sehen wir auf der Flächenansicht grosse, fast viereckige Zellen vor uns. Dieselben sind jedoch in Reihen angeordnet (Fig. 32 c), deren Verlauf vom Samen senkrecht auf den Rand gerichtet ist. Es handelt sich hier offenbar um langgestreckte Mutterzellen, die erst später durch Teilung zu den viereckigen Tochterzellen wurden. Leider war es mir jedoch nicht möglich, dieselben im Entstehen zu verfolgen. Die Mutterzellen, wenn man eine Zellreihe als solche betrachtet, haben zugespitzte Enden. Die Tochterzellen für sich besitzen eigentümliche Gestalt, über die ich mir nicht ganz klar geworden bin. Sie haben sehr zarte Aussen- und Radialwände und stark verdickte Innenwände, die von grossen Poren durchsetzt sind (Fig. 32 b). Ein Querschnitt durch diese hintere Wand ruft den Eindruck hervor, als ob auf derselben eine Unzahl kleiner Säulchen stünde, die eine ähnliche Form haben wie die Radialwände der *Bignoniaceen*. Der Tangentialschnitt bietet dasselbe Bild. Unter dieser Zellschicht mit verdickter Rückenwand folgen ein oder zwei Reihen von langgestreckten Zellen, welche Netzverdickungen aufweisen und viel engere Lumina besitzen. Das Mittelgewebe ist zart und reisst deshalb leicht ringsum auf, so dass der Nucellus wie zwischen zwei aufeinandergelegten Tellern herausfällt.

Ob dieser Vorgang auch in der Natur von statten geht, hat von mir nicht untersucht werden können.

Zu den Flugapparaten von länglich plattenförmiger Gestalt mit einer belasteten Längskante, zu denen auch die Samen von *Calosanthes indica* und *Pithecium* gehören, zählt auch die *Cucurbitacee Zannonia javonica* (Fig. 31). Dieselbe besitzt einen überaus zarten und sehr grossen Flügel, so dass das ganze Gebilde 110 mm misst. Trotzdem tritt hier gerade der merkwürdige Fall ein, dass, ungeachtet der enormen Grösse des Flügels, durchaus keine auffallenden Verstärkungen vorhanden sind, vielmehr Zellen, die nach der Mitte hin zwar gestreckt sind (Fig. 31 a), aber ein grosses Lumen und dünne Wände aufweisen. Zum Rande hin sind die Zellen nicht gestreckt und fast noch zarter. Allerdings ist der Flügel sehr zerreissbar und der untere, am Nucellus gelegene Teil, der bei Trockenheit dem Druck einigen Widerstand entgegensetzt, verliert bei Feuchtigeit sofort jeden Halt. Taucht man den ganzen Samen in Wasser, so sinkt der Flügel gleich zusammen, wie dies zum Beispiel bei einer befeuchteten Oblate der Fall ist. Eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass der Flügel, trotz seiner geringen Verdickung, seinem Zweck entspricht, mag darin liegen, dass der Same gleich dem von *Calosanthes* sehr ruhige kreisende Bewegungen vollführt.

Hier mag die von Dingler nicht erwähnte Frucht *Welwitschia mirabilis* beschrieben werden, die ihrer Form nach am besten zu den letztgenannten Typen passt (Fig. 33). *Welwitschia mirabilis* ist ebenso, wie im Bau des Stammes und der Blätter, auch in der Bildung des Fruchtflügels eine merkwürdige Pflanze. Untersuchungen über die Anatomie sind am ausführlichsten von de Bary gemacht worden, der die Verhältnisse im Stamm genau beschrieben hat. Wie die Verbreitung der geflügelten Frucht durch die Luft von statten geht, scheint bisher nirgends beschrieben zu sein. Da mir nur Herbarmaterial zu Gebote stand und ich des Reifestadiums nicht sicher war, so konnte ich nicht entscheiden, ob die Frucht mit der Hüllschuppe (Fig. 33 b) in Verbindung bleibt und mit derselben zusammen einen komplizierten Fallapparat bildet, oder ob der Flügel allein seine Dienste leistet. An den mir zu Gebote stehenden Exemplaren hingen Frucht und Hüllschuppe fest durch Gefässbündel zusammen, obgleich der Same reif zu sein schien. Auch könnte die Zartheit der Hüllschuppe, die sehr leicht und an einigen Stellen durchsichtig ist und hier im Bau dem Samenflügel gleicht, mich leicht zur Überzeugung bringen, dass dieselbe als Flugapparat der Frucht behilflich ist. Im übrigen ist der Flügel der Frucht allein auch genügend, um zur Verbreitung beizutragen, da die Pflanze in baumloser Gegend lebt, wo die Winde nicht gebrochen werden, und somit unbehindert den Samen forttragen können.

Der Fruchtflügel wird nach der gegenwärtigen Meinung der Autoren aus zwei verwachsenen Blütenhüllblättern gebildet, die in ihrer Mitte die Frucht mit einem einzigen länglich runden Samen einschliessen. Das für die Festigkeit des Flugapparats wichtige Gewebe zeigt beim ersten Anblick ein wirres Durcheinander von stark verdickten porenlosen Zellen (Fig. 33 c), die besonders durch ihre Länge auffallen. Ich habe im Flügel keine Enden dieser Zellen finden können. Sie wachsen in ihrer Richtung senkrecht zum Rande, wenn sie jedoch ein Hindernis erfahren, so biegen sich die Enden um, wachsen ein Stück zurück, um dann wieder zur Peripherie umzukehren. Am Rande nehmen sie eine demselben parallele Richtung ein, indem sie sich dicht aneinanderlegen und verwachsen, wobei die Zellen kaum ihre Individualität bewahren. Bei näherer Beobachtung entdeckt man ausser diesem Gewebe zartwandiges Parenchym, in welches die vorher genannten Zellen eingelagert zu sein scheinen. Das Gewebe war jedoch zum Teil durch Aus-

trocknen und wegen seiner Zartheit zerstört, so dass es sich der genaueren Untersuchung entzog. Im Gewebe der Hüllschuppe, wo die langgestreckten Zellen in geringerer Zahl vorhanden sind, tritt das Parenchym wieder zu Tage (Fig. 33 d). Auch die Epidermiszellen im Flügel sind kaum sichtbar. Im trocknen Zustande sind die langen verdickten Zellen, welche die Hauptmasse des Flügelgewebes ausmachen und von de Bary Sclerenchymfasern genannt werden, gegen Zug ausserordentlich widerstandsfähig. De Bary hat die betreffenden Zellen im Stamm untersucht, wo sie in derselben Form vorkommen. Bei Hinzutritt von Feuchtigkeit quellen die Zellen fast bis zum Verschwinden ihres Lumens und büssen ein wenig an Widerstandskraft gegen Zug ein. Oft habe ich bei den betreffenden Zellen seitliche Auswüchse beobachtet, die bis 5 μ lang werden.

Führt man einen Querschnitt durch den Flügel, so findet man hier wieder die bekannte Anordnung. Die Schicht unter der Epidermis wird beiderseits durch ein inniges Geflecht von den vorhin bezeichneten langgestreckten Zellen gebildet. Nach der Mitte zu ist das Gewebe viel lockerer, die Zellen sind grösser und haben ein weiteres Lumen. Gegen Einreissen schützt die Einrichtung, die vorher erwähnt wurde, dass nämlich die Zellen am Rande ausbiegen und denselben parallel laufen, ausserdem dicht gelagert sind.

Hier sollen nachträglich zwei geflügelte Früchte beschrieben werden, die auch zum Typus der länglich plattenförmigen Organe gehören. *Entada abyssinica* (Fig. 34) und *Terminalia modesta* (Fig. 35).

Entada abyssinica gehört zu den *Leguminosen* und hat daher eine Hülse. Es wird jedoch hier nicht die ganze Frucht zur Bildung des Flügels verwandt, auch wächst nicht ein Teil desselben zu einem Anhangsgebilde aus, sondern der Same löst sich mit dem Endocarp von der Hülse los, indem von letzterem ein derber, länglich viereckiger Flügel gebildet wird. In der Mitte der Frucht liegt der rundliche Same, zu dem von der einen Schmalseite her das ernährende Gefässbündel führt. Wegen der Schwere des Samens wie auch des Flügels ist die Leistungsfähigkeit von *Entada* eine sehr geringe und wird die Dauer des Falls von Dingler bei 3 m Höhe auf 1,9 Sekunden angegeben. Der Flügel von *Entada* ist sehr starr, alle Zellen sind starr verdickt mit Ausnahme der ursprünglichen Epidermiszellen der Innenseite der Hülse, die die Verwachsungsnaht beider Endocarphälften bilden, und die nach vollendeter Flugleistung des Gebildes auseinanderweichen und den Samen aus seinem Gehäuse entlassen. Bei *Entada abyssinica* ist besonders die äussere Zellage des Endocarps verdickt (Fig. 34 b) und läuft der Flügelrichtung parallel. Die Länge der Zellen erreicht fast die von Bastzellen, sie weisen nur selten und dann nur wenig schief gestellte Poren auf. Jedesmal an den Stellen, unter welchen sich der Same befindet, sind die langgestreckten Zellen gefächert, und wir sehen, vielleicht als Schutzmittel für den Samen, Kalkkristalle auftreten. Hierdurch wird eine harte Kapsel um den Samen gebildet. Die nach innen zu gelegenen Zellzüge kreuzen die äusseren, wodurch eine gewisse Zugfestigkeit nach verschiedenen Richtungen hergestellt wird. *Entada Sundaica*, deren Same noch grösser ist, als der der vorhergehenden Art, weist dieselbe Starrheit des Flügels auf. Die Leistungsfähigkeit ist jedoch eine noch geringere.

Terminalia modesta (Fig. 35), zu den *Combretaceen* gehörig, hat eine 44 mm lange und 18 bis 21 mm breite Flügelfrucht. Der etwas längliche Same ist zentral gelegen. Das Gewebe wird auch hier hauptsächlich auf Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen. Als mechanisch wirksame Elemente sind zwei Platten vorhanden, bestehend aus langgestreckten echten Bastzellen, zwischen denen sich lockeres Parenchym befindet. Von innen angelegt an die Bastplatten befinden sich

die Gefässbündel (Fig. 35b) und über dem genannten Gewebe zieht sich eine grosszellige mehrreihige Epidermis hin.

Zum Schluss seien hier noch einige Einrichtungen für die Verbreitung durch den Wind angeführt, die es auf zwei Arten dem Samen ermöglichen, den Standort seiner Mutterpflanze zu verlassen und daher Erwähnung verdienen. Hierher gehören *Lunaria rediviva (Cruciferae)*, *Dioscorea japonica*, wie *Testudinaria silvatica (Dioscoreae)* und *Anchietea salutaris (Violaceae)*. Bei den eben genannten Pflanzen bilden sich die Früchte oder Teile derselben so aus, dass sie gute Angriffsflächen dem Winde bieten. Trocknet nun beim Reifen der Kapsel oder Schote dieselbe, wie auch der Fruchtstiel aus, wodurch sie an Dehnbarkeit verlieren, so erhalten die Gebilde eine grosse Starrheit. Durch den Wind werden diese Organe, die verschiedene Formen annehmen können, hin und her bewegt. Durch diese Schleuderbewegung werden die Samen aus den Kapseln oder, wie bei *Lunaria*, von der Scheidewand, an der sie haften, abgeworfen. Nun tritt die zweite Einrichtung, die Beflügelung der Samen, in Funktion. Dieselbe ist oft nicht sehr bedeutend, denn es wird nur ein schmaler, 1—3 mm breiter Rand gebildet; er genügt jedoch, um für die in die Luft geschleuderten, flachen und leichten Samen einen langsameren Fall und ein Forttragen durch den Wind zu bewirken. Die erste Einrichtung des Schleuderns kommt auch dadurch zustande, dass Tiere die starren Pflanzen streifen und in die nötige Bewegung versetzen.

Bei *Lunaria* (Fig. 36) ist die Frucht eine Schote, die beiden Klappen derselben lösen sich ab und es bleibt die seidenhelle Scheidewand übrig, an deren Fläche die Samen angeheftet sind, die bei den verschiedenen Arten verschieden grosse Flügel besitzen. Der Hauptverbreitungsapparat ist hier die Scheidewand, die einen guten Fangschirm für Winde und einen guten Schleuderapparat im Verein mit der starren Pflanze bildet. Dieselbe ist auch durch grosse Festigkeit ausgezeichnet, da sie hauptsächlich aus einem Gewebe von Bastzellen besteht und gegen Einreissen durch die randläufigen Gefässbündel reichlich geschützt ist. Die Flügel der plattgedrückten Samen zeigen nur geringe Verdickung der länglichen Zellen.

Ähnlich als Windfang eingerichtet ist die Kapsel mancher *Dioscoreen* (Fig. 37 u. 38). Die einzelnen Fächer ragen, wie die Flügel von *Halesia* und *Combretum*, in die Luft hinein. Öffnet sich die Kapsel bei Wind, so entlässt sie in derselben Weise wie *Lunaria* den mehr oder weniger beflügelten Samen. Hier haben die Flügelapparate allerdings eine schon höhere Vollkommenheit erlangt. So erreicht z. B. bei *Testudinaria sylvatica* (Fig. 37b) das Gebilde eine Länge von 15 mm, indem es eine an den *Acer*typus erinnernde Form annimmt. Die Zellen sind langgestreckt und genügen so dem Anspruch auf Festigkeit bei dem grösseren Luftwiderstand. *Dioscorea japonica* (Fig. 38) besitzt eine ähnliche, aus drei Fächern gebildete Kapsel; der Same ist jedoch nur wenig und ringsum gleich breit geflügelt. Die Zellen des Flügels sind nur wenig gestreckt.

Ein Rückblick auf die Skelettanordnung in den angeführten Flugapparaten zeigt, dass auch im Reich der geflügelten Samen und Früchte die Festigkeitsgesetze, wie sie zuerst im „mechanischen Prinzip“ von Schwendener aufgestellt und entwickelt wurden, in vollem Masse zur Geltung kommen. Wo eine bemerkenswerte Kraft an den Flügel herantritt, sei es Zug, Druck oder die das Einreissen bewirkende, überall wird derselben Genüge geleistet, indem die nötigen

Festigungen auftreten. Man muss sich natürlich hierbei an die typischen Flügel halten, in Fällen, wo, wie bei *Halesia tetraptera*, die Leistungsfähigkeit beim Fluge eine geringe ist, tritt auch die Zweckmässigkeit der Konstruktion nicht so augenscheinlich hervor. In allen Fällen der Inanspruchnahme haben wir die Kräfte, die eine biegungsfeste Konstruktion verlangen, wirken sehn. Daher trat auch die hiefür zweckmässigste Anordnung der festen Stränge, die der doppelt T-förmigen Träger, am häufigsten auf. Hier ist besonders zu bemerken, dass sowohl Früchte wie Samen diese zweckmässigen Konstruktionen benutzen, wenn auch mit verschiedenen Mitteln. Bei den Früchten sehen wir in den meisten Fällen, dass zur Festigung Gefässbündel verwendet werden, die kräftige Gurtungen bilden. Hin und wieder, wie bei *Pterolobium* und *Rajania*, treten bloss Gruppen und Platten von Bastzellen als Festigungen auf. Bei den Samen finden wir keine oder nur in Ausnahmefällen, wo der Funiculus bei der Bildung des Flügels beteiligt erscheint, Gefässbündel, dagegen werden Oberhautzellen in geeigneter Form, sei es durch Verdickung der Radialwände oder durch Netzverstärkungen und Leisten, umgeändert, um auch hier das Prinzip der doppelt T-förmigen Träger zur Geltung zu bringen.

Die Konstruktionen der Früchte sind infolge der Verwendung von Gefässbündeln natürlich viel fester, jedoch immer entsprechend der Leistungsfähigkeit auch leicht gebaut. Die Anordnung der doppelt T-förmigen Träger ist in den typischen Fällen stets von der Inanspruchnahme abhängig. Bald ordnen sich die Gurtungen in einen Kreis, wie dies bei der Rückenkante des *Acer*typus der Fall war, da dieselben von mehreren Seiten in Anspruch genommen werden, oder sie stellen, wenn der Druck von unten oder oben wirkt, sich in zwei Reihen, die sich gegenüberliegen, wie dies in den plattenförmigen Organen der Fall ist, Beispiele: *Fraxinus oxyocarpa*, *Ptelea Pterocarpus* und die Samen der *Bignoniaceen*. Wenn jedoch die verschiedenen Seiten ungleich in Anspruch genommen werden, wie dies bei *Tetrapteris inaequalis* der Fall war, die eine Seite mehr auf Zug, die andre mehr auf Druck, je nachdem dieselben beim Fall stets nach unten oder stets nach oben gewandt sind, so ist auch die Anordnung der Gewebe eine verschiedene. Wir sahen in solchen Fällen die Skelettteile verschieden angeordnet und in verschiedener Stärke auf den beiden Seiten auftreten. Der Längsverlauf der Träger ist immer senkrecht auf den Rand und die Biegungsachse gestellt. So sahen wir im *Acer*typus, wie die Gefässbündel, aus dem Rücken kommend, in der Schneide rechtwinklig zum Rande umbogen. Auch bei allen andern Früchten gilt das senkrechte Ausstrahlen der festigenden Elemente nach dem Rande und rechtwinklig zur Biegungsachse als Regel. Beispiele sind alle *Bignoniaceen*, *Aspidosperma* und *Welwitschia*. Bei den langgestreckten Flügeln von *Fraxinus* und *Liriodendron* kreuzt die Krümmungsachse die Längsrichtung der Frucht. Wir finden daher auch die Skelettelemente senkrecht zur ersteren gerichtet. Die zentrale Anordnung der Gefässbündel, wie wir sie beim *Dipterocarpus*typus vorfanden, mag zum Teil vom vorherrschenden Zug herrühren, dem die Flügel beim Fall ausgesetzt sind, wozu bei *Gyrocarpus* noch der merkliche Zug durch die Zentrifugalkraft hinzukommt. Bei *Fraxinus excelsior var. pedunculata*, wo der Fall ein sehr schneller war und der Flügel seinen Zweck verfehlte, rückte das mechanische Gewebe in die Mitte, während beim Flügel von *Fraxinus oxyocarpa*, deren Frucht unter lebhafter Rotation und daher langsamer zu Boden fällt, die Gefässbündel in gegenüberliegenden Gurtungen angeordnet sind. Hier sieht man, wie sehr die äusseren Kräfte auf die Anordnung der Skelettteile einwirken.

Gegen Einreissen treten die verschiedensten Einrichtungen auf. Am häufigsten kamen bei den Früchten Gefässbündel in Anwendung, die dann durch mehr oder weniger reichliche Queranas-

tomosen die erforderlichen Verstärkungen bildeten. Diese Einrichtungen trafen wir am häufigsten um *Acer*typus an, wo die ganze Schmalkante in den meisten Fällen auf diese Weise gefestigt war. Der Typus, den *Ptelea* und *Ulmus* vertreten, war ebenfalls durch reichliche Anastomosenbildung ausgezeichnet. Auch durch das Parallellaufen der Gefässbündel mit dem Rande wird ein Schutz gegen Einreissen geboten, eine Einrichtung, die wir beim *Fraxinus*- und *Dipterocarpus*typus allgemein vorfinden. In andern Fällen waren es nur Skelettzellen, die den nötigen Schutz boten; so sahen wir bei *Pterolobium Kantuffa* die an den Rand tretenden Bastzellen sich in Zügen kreuzen und schliesslich ausbiegend demselben parallel laufen, wodurch ein grosser Widerstand gegen Einreissen hergestellt wird. Auch die *Bignoniaceen* bilden dadurch ihre Festigkeit gegen Einreissen, dass ihre Zellen am Rande ausbiegen. In der Nähe des Samens, wo das Gewebe mehrschichtig ist, wird noch ein Schutz geboten durch den geschlängelten Verlauf der Zellenzüge, die oft dem Rande parallel laufen und erst nach der Peripherie zu die senkrechte Richtung zum Rand einschlagen. Häufig kommt, wie bemerkt, ein abweichender Verlauf der innern Zellenzüge im Vergleich zu den äussern hinzu. *Welwitschia mirabilis* lässt ihre langen mechanisch wirksamen Zellen auch am Rande demselben parallellaufen.

Die Elemente, die zur Festigung der Flügel dienen, sind bei den Früchten grösstenteils, wie schon vorher erwähnt, Gefässbündel mit echten Bastzellen; es kommen jedoch zur Festigung auch vielfach Zellen zur Verwendung, die nicht zum Bast zu zählen sind, jedoch durch ihre Länge und Festigkeit doch zur Versteifung beitragen. Solche Zellen finden wir in der Skelettlamelle von *Fraxinus excelsior var. pedunculata*. Bei den *Bignoniaceen* werden die verschiedensten Zellen verwandt, deren mannigfache Formen schon oben beschrieben wurden. Einzig in ihrer Art und mit einem besonderen Namen zu belegen sind die eigentümlichen Zellen von *Welwitschia*, welche die Samenflügel versteifen.

Um nun bei den genannten Versteifungseinrichtungen, die doch zugleich eine Erhöhung des Eigengewichtes mit sich bringen, auch der Leichtigkeit Geltung zu verschaffen, ist in den meisten Fällen das Parenchym äusserst zart und locker, aus grossmaschigem, luftreichem Schwammgewebe gebildet. Die Konstruktion der doppeltT-förmigen Träger ist jedenfalls bei ihrer grossen Festigkeit zugleich eine äusserst praktische Einrichtung, schon wegen der Materialersparniss und der dadurch erzielten Leichtigkeit, indem die Verbindungen der Gurtungen sehr wohl aus zartem Gewebe gebildet sein können. Auch treten in manchen Fällen grössere Lufträume auf, wie bei *Bajania cordata*, *Isatis indigofera*, *Fraxinus excelsior* und *Liriodendron tulipifera*, zum Teil Hohlräume, die aus den Fächern der Kapseln und Schoten hervorgingen und hier praktisch verwandt sind.

Jedenfalls geht in allen Fällen Leistungsfähigkeit mit zweckmässiger Konstruktion des mechanischen Systems und der Leichtigkeit Hand in Hand, indem beide in allen Punkten einer strengen Gesetzmässigkeit unterliegen.

Tafel I.

Fig. 1 a. Flügelfrucht von *Acer platanoides*. b. Querschnitt durch den Rücken derselben.
„ 2 a. *Tetrapteris inaequalis*. b. Querschnitt durch den Flügel.
„ 3. *Myroxylon perniferum*.
„ 4. *Pterolobium Kantuffa*.
„ 5. *Serjania lucida*.
„ 6 a. *Hymenocordia*. b. Querschnitt durch den Flügel.
„ 7 a. Längsschnitt durch ein junges Fruchtblatt mit Sa. von *Pinus*. Region α—β am stärksten im Wachstum begriffen.
7 b. Querschnitt durch d. junge Fruchtblatt. (7 a u. b. schematisch.)
„ 8 a. Same von *Picea excelsa*. b. Querschnitt durch den Flügel.
„ 9. Same von *Cedrus*.
„ 10. Same von *Hippocratea*.
„ 11. *Swietenia Mahagoni*.

Tafel II.

Fig. 12 a. *Plumeria alba*. b. u. c. Flächenansicht. d. Querschnitt.
„ 13 a. Frucht von *Fraxinus excelsior (var. pedunculata)*. b. Querschnitt durch den Flügel.
„ 14 a. Frucht von *Fraxinus oxyocarpa*. b. Querschnitt durch deren Flügel (schematisch).
„ 15 a. Frucht von *Liriodendron tulipifera*. b. Querschnitt durch den Flügel (schematisch).
„ 16 a. Frucht von *Isatis indigofera*. b. Querschnitt durch den Flügel (schematisch).
„ 17 a. *Hopea selanica*. b. Querschnitt durch den Flügel (schematisch).
„ 18. *Calycopteris floribunda*.
„ 19. *Gyrocarpus*.

Tafel III.

Fig. 20. *Halesia tetraptera*.
„ 21 a. *Combretum*. b. Querschnitt durch den Flügel.
„ 22 a. *Pterocarpus abyssinicus*. b. Querschnitt durch den Flügel.
„ 23. *Ptelea trifoliota*.
„ 24 a. *Bignonia discolor*, Same. b. Querschnitt durch den Flügel. c. Flächenansicht desselben.
„ 25 a. *Distictes*, Same. b. Querschnitt durch den Flügel.
„ 26 a. *Anemopaegma*. b. Flächenansicht des Flügels. c. Querschnitt durch denselben.

Tafel IV.

Fig. 27. *Pithecium*, Same.
„ 28. *Tecoma ochracea*.
„ 29. *Catalpa*.
„ 30 a. *Calosanthes indica*. b. Flächenansicht am Rande. c. Querschnitt durch den Flügel. d. Flächenansicht zum Nucellus hin.
„ 31 a. *Zannonia javonica*, Same. b. Flächenansicht, α. in feuchtem, β. in trockenem Zustande.
„ 32 a. *Aspidosperma*, Same. b. Querschnitt durch den Flügel (nur die eine Seite ist gezeichnet). c. Flächenansicht.

Tafel V.

Fig. 33 a. *Welwitschia mirabilis*, Frucht. b. Hüllschuppe. c. Flächenansicht des Flügels. d. Querschnitt durch die Hüllschuppe.
„ 34 a. *Entada abyssinica*, Frucht. b. Querschnitt des Flügels.
„ 35 a. *Terminalia modesta*, Frucht. b. Querschnitt des Flügels.
„ 36. *Lunaria*.
„ 37 a. *Testudinaria silvatica*, Kapsel. b. Same.
„ 38 a u. b. *Dioscorea japonica*, Kapsel. c. Same.

C von Wahl ad. nat. del.

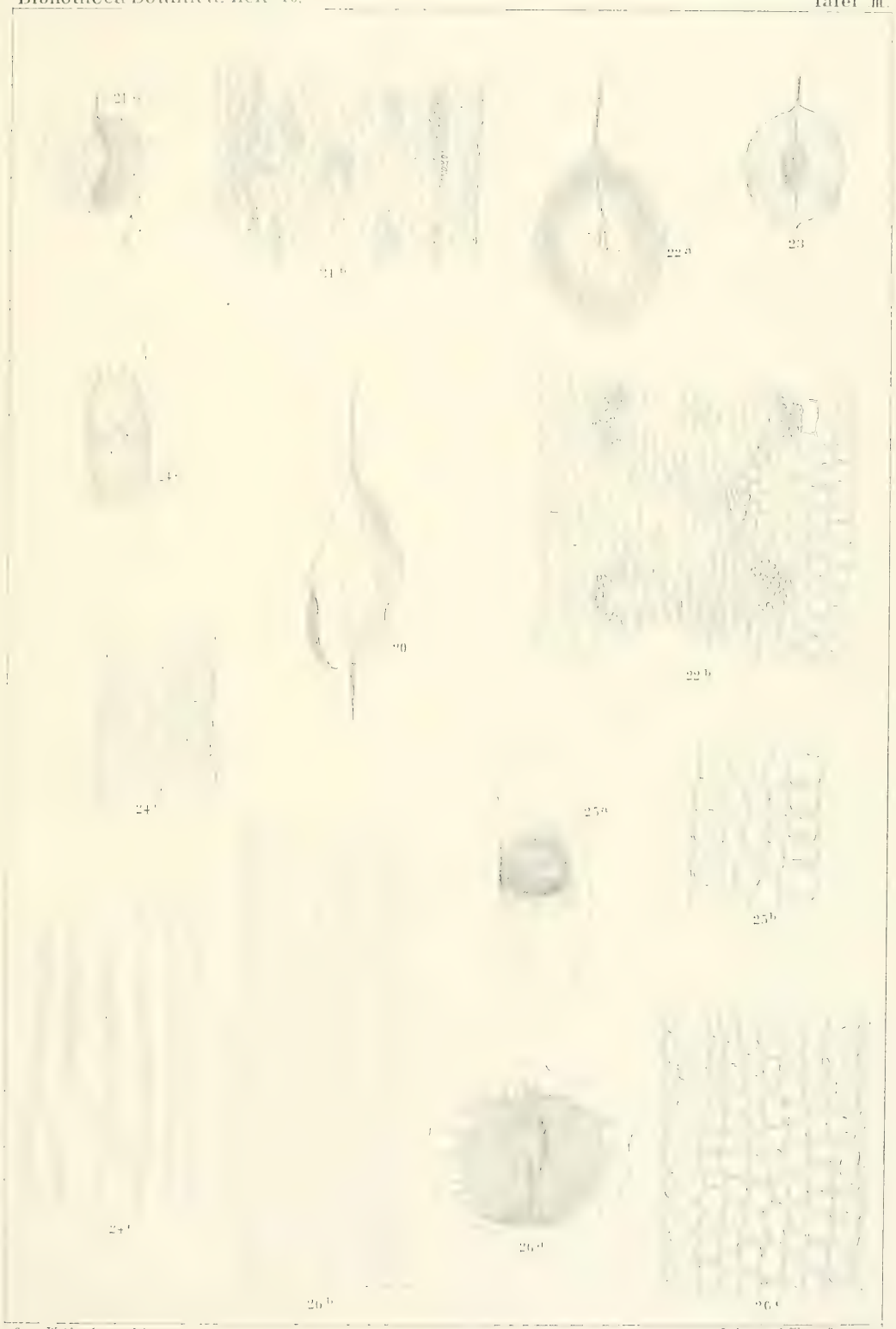
Lith. v. Carl Ebner, Stuttgart

Verlag von Erwin Nagele, Stuttgart

C. von Wahl ad. nat. del.

Lith. v. Carl Ebner Stuttgart

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.



C. von Wahl ad. nat. del. Lith. v. [illegible] Elsner, Stuttgart

Verlag von Erwin Nagele, Stuttgart

C. von Wahl ad. nat. del.

Lith. v. Carl Ebner, Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

Lith. v. Carl Ebner, Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele Stuttgart

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Prof. Dr. B. Frank**

Königsberg i./Pr. **Berlin.**

Inhalt der einzelnen Hefte:

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. H.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. I. Theil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.,** Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil,** Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II. Theil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg,** Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter,** Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farb. Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.,** Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.,** Blüthenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 20 Mark.
22. **Karsten, G.,** Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen. Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.,** Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.,** Ueber die Rindenknollen der Rothbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von,** Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
27. **Buchenau, Prof. Dr. Fr.,** Ueber den Aufbau des Palmiet-Schilfes aus dem Caplande. (Prionium serratum Drège.) Mit 3 teilweise colorierten Tafeln. Preis 18 Mark.
28. **Luerssen, Prof. Dr. Chr.,** Beiträge zur Kenntniss der Flora West- und Ostpreussens. I.—III. Mit 23 Tafeln. Preis 65 Mark.
29. **Pohl, Dr. Jul.,** Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Mit 4 Tafeln. Preis 8 Mark.
30. **Elfert, Dr. Th.,** Ueber die Auflösungsweise der secundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
31. **Groppler, Dr. Rob.,** Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Mit 4 Tafeln. Preis 12 Mark.
32. **Jungner, J. R.,** Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Mit 3 Tafeln. Preis 10 Mark.
33. **Mäule, C.,** Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung. Mit 2 Tafeln. 1895. Preis 8 Mark.
34. **Jarius,** Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung. Mit 1 Tafel. 1896. Preis 7 Mark.
35. **Schlickum, A.,** Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen. Mit 5 Tafeln. 1896. Preis 24 Mark.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 41.

Neue Kalkalgen von Deutsch-Neu-Guinea (Kaiser Wilhelms-Land)

von

F. Heydrich.

Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele
1897.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in **Königsberg i. Pr.**

und

Prof. Dr. B. Frank
in **Berlin.**

Heft 41.

Neue Kalkalgen von Deutsch-Neu-Guinea (Kaiser Wilhelms-Land)

von

F. Heydrich.

Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele
1897.

Neue Kalkalgen

von

Deutsch-Neu-Guinea

(Kaiser Wilhelms-Land)

von

F. Heydrich.

Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele
1897.

Das in Deutschland immer reger werdende Interesse für seine Kolonien hatte mich veranlasst, Freunde der Naturwissenschaft in jenen fernen Ländern zu suchen, die meine Sammlungen vervollständigen sollten.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Missionar Bamler auf den Tami-Inseln (auf älteren Karten Cretin-Inseln) im Huon-Golf erhielt ich bereits im März 1892 fünf Proben, aber zugleich eine Mitteilung der dortigen Postanstalt, dass durch das Warten der Packetchen auf den Abgang des nächsten Dampfers dieselben von Ratten zerfressen seien. Leider bestätigte sich die Sache, es war nichts mehr brauchbar, jedoch die Ueberreste liessen auf interessante Dinge schliessen; so bat ich den Herrn um eine grössere Sendung, die ich im Dezember 1894 erhielt.

Neben verschiedenen bekannten und bereits früher veröffentlichten, enthielt die Sendung eine grosse Menge der verschiedenen Species von Corallen und Kalkalgen. Sämtliche Exemplare wurden durch Tauchen von Eingeborenen gesammelt und scheinen mithin in einer Tiefe von 1—3 m zu wachsen.

Lithothamnion Tamiense sp. nov. (Taf. I, Fig. 4—7.)

Thallus meist rundliche bis faustgrosse, an Corallen wachsende, ästige Knollen bildend, aus unregelmässig dichotomen, ungleich hohen, stellenweise aneinander gewachsenen Aesten mit freien Spitzen bestehend. Mittelständige Aeste meist rundlich zusammengedrückt, 6—12 mm. dick, gegen die Spitzen dichotom fächerförmig verbreitert oder stielrund und dann kurz scharf spitzig, 3—6 mm. dick.

Conceptakel über den ganzen Thallus zerstreut, einzelne flache, mit scharf erhobenem Porus versehene, 600—800 μ im Durchmesser messende Wärzchen bildend.

Vorkommen: Von den Tami-Inseln in Deutsch-Neu-Guinea.

f. typica f. nov. (Taf. I, Fig. 5—7.)

Aeste im Querschnitt immer rund oder zusammengedrückt, dichotom-fächerförmig, Spitzen verbreitert oder zugespitzt.

f. unispinosa f. nov. (Taf. I, Fig 4.)

Aeste im Querschnitt rund, dichotom oder einseitig verzweigt, Spitzen nicht verbreitert, sondern immer lang zugespitzt und weniger verwachsen.

Beschreibung der *f. typica*. Die äussere Form des Thallus erscheint als eine unregelmässige verästelte rundliche Knolle von ungefähr 10—15 cm im Durchmesser, 6—10 cm in der Höhe und von zart rosa Färbung. Ich erhielt drei grössere und mehrere kleine Stücke;

die ersteren zeigten deutlich die Bruchstellen zwischen Haftorgan und Thallus, die letzteren die Haftscheibe; sie überzieht als basale coaxiläre $^3/_4$ mm dicke Schicht die Corallenzweige, in grosser Menge bereits Conceptakel hervorbringend. Unmittelbar hieraus brechen kleine Erhabenheiten hervor, die, sobald sie nur einen halben Centimeter Länge erreicht haben, bereits eine Dicke von $2^1/_2$ bis 4 mm besitzen, vor allen aber sofort die spitze Form, und die geweihförmige Verzweigung der freiwachsenden Endsegmente des älteren Thallus zeigen. Das Verzweigungssystem ist eine ausgesprochene Dichotomie, verbunden mit fächerförmiger Verbreiterung, die von einer Basis meist drei Aussprossungen senden. Die Wachstumsrichtung ist entgegen anderen Species eine vom Zentrum auffallend nach oben strebende; die mittleren Aeste sind scharf zugespitzt, die nach aussen stehenden zeigen dagegen die vorher erwähnte fächerförmige Verbreiterung, 2—3 mm dick und bis 15 mm lang; Zweigachseln gebogen. Im Innern der Knolle wachsen die Verzweigungen nur an einzelnen Stellen zusammen, wodurch der verhältnismässig elegante Habitus der ganzen Alge entsteht.

Beschreibung der *f. unispinosa*. Im allgemeinen ist diese Form mit der ersteren übereinstimmend, jedoch bildet sie ihre Verzweigungen etwas anders aus. Während die erstere einer wiederholten Dichotomie und fächerförmigen Verbreiterung zuneigt, finden sich bei der letzteren eine geringere Dichotomie und keine fächerförmigen Verbreiterungen, dagegen häufig bis 22 mm lange gerade Zweige, welche entweder keine oder einseitig kurze rechtwinklige Sprosse entwickeln, wie dies in Taf. I, Fig. 4 dargestellt ist. Ueberhaupt sind die Spitzen dieser Form bedeutend länger, wachsen völlig frei, sodass ich bei einigen elegante lange unverzweigte Sprosse bis 22 mm Länge und 3—4 mm Dicke beobachten konnte. Ein Exemplar dieser Form war vollständig durch eine Schwammspecies überwachsen. Eine Symbiose hieraus zu erkennen, würde wohl ein gewagtes Unternehmen sein; dagegen scheint mir dies ein Beweis dafür zu sein, dass die Alge niemals frei auf dem Meeresboden liegt, sondern während ihrer Lebensdauer an Corallen festgewachsen ist.

Thallus-Struktur. Der Thallus hat im Vergleich mit den Species anderer geographischer Breiten, besonders der Norwegens und des Mittelmeeres einen weniger festen Charakter, man möchte sagen poröseren, denn verhältnismässig leicht lassen sich kleinere Stücke mit dem Messer direkt schneiden. Dies scheint ein charakteristisches Merkmal sämtlicher tropischer Lithothamnien zu sein.

Das Innere erscheint an den zerbrochenen Stellen zart rosa; ein medianer Längsschliff zeigt zunächst eine zentrale Schicht von rundlich-eckigen Zellen, an die sich die mittleren Schichten fächerförmig-strahlig anreihen und zwar bestehen sie aus zweierlei Zellreihen: die unteren länglich, 10 μ lang, 3 μ breit, die oberen dagegen fast quadratisch von 3 μ Durchmesser, sodass durch die kleineren die scharfe Begrenzung der Schicht bewirkt wird. Nach der Peripherie zu fällt dieser scharfe Unterschied fort, die Zellgrösse ist gleich.

Conceptakel. Dieselben erscheinen an den Spitzen am meisten, jedoch sind sie teilweise auch an den unteren Partien zu erkennen, so dass sie über den ganzen Thallus, stellenweise ziemlich dicht, verteilt sind.

Tetrasporangien und *Antheridien* konnte ich nicht beobachten, dagegen *Cystocarp*-Anlagen. Die Grösse derselben variiert zwischen 600—800 μ im Durchmesser. Aeusserlich bilden sie flache und konzentrisch gezeichnete, circa 500 μ über die Oberfläche sich erhebende Wärzchen.

in deren Mitte ein scharf erhobener Porus hervortritt. Sie sind immer auf der Oberfläche, niemals innerlich und werden, wenn entleert, von neuen Schichten gänzlich überwachsen, weshalb man im Innern keine mehr antrifft. Die Conceptakeldecke ist sehr dünn, kaum aus 5 bis 6 Lagen viereckiger Zellen bestehend. Diese Art gehört also unzweifelhaft in die Gruppe der *Evanidae*.

Bemerkungen über verwandte Species. Von den norwegischen *Lithothamnien* steht *thophiforme f. squarrosa Fos.* der vorliegenden ziemlich nahe. Jedoch ist der Habitus viel lockerer und die Zweige lassen hier grosse 1—2 cm freie Zwischenräume, besonders zwischen den einzelnen Segment-Gruppen, frei; hervorzuheben ist noch, dass die inneren Thallussegmente meist rundlichen Durchschnitt haben, was bei der Neu-Guineaform nie der Fall ist, da hier breite Ueberwachsungen stattfinden. Die Spitzen der Segmente von *tophiforme* sind flach abgerundet, dagegen die der tropischen Alge sämtlich spitz, nur die wenigen unteren flach. *L. tophiforme, f. typica, L. soriferum* und *L. alcicorne* haben geringe Annäherung. *L. flabellatum Ros., f. Granii Fos.* zeigt zwar einen verwandschaftlichen Charakter durch die dichotomen Verzweigungs-Systeme, jedoch niemals die von Foslie *„Lithothamion“* Pag. 70 erwähnte *„apicibus plerumque rotundatis“*. Gerade die Verzweigung dieser Alge in ihrer unregelmässigen Dichotomie ist ausserordentlich charakteristisch. *L. uncinatum Fos.* hat zu unregelmässige Verzweigung; dasselbe gilt von den verwandten Species wie *divergens, fasciculatum, fruticulosum* etc.

Esper in „Pflanzentiere I. T“., führt p. 215 *Millepora polymorpha var. ramosa* an und giebt p. 217 eine genaue Beschreibung dieser aus Ostindien stammenden Alge. Pag. 218 sagt er wörtlich: „Ueberdies sind an ersterwähnter Coralle die Aeste allezeit gerundet und sind nie flächenförmig gestaltet oder breitgedrückt.“ Dies letztere unterscheidet sie so auffallend von der unseren, dass trotz der scheinbaren Verwandtschaft dieselben nicht als eine Species gelten können.

Lithothamnion pygmaeum sp. nov. Taf. I. Fig. 8—10.

Thallus festgewachsen, später freiliegende lockere bis $2^1/_2$ cm grosse rundliche verzweigte Knöllchen bildend, aus wenigen unregelmässig geraden, 6—10 mm langen, verzweigten Hauptästen bestehend, welche unregelmässig rings um den Stamm kleine freistehende 1—2 mm lange Aestchen fast wagerecht entsenden. Spitzen sämtlicher Verzweigungen scharf zugespitzt. Conceptakel an den Spitzen der Zweige äusserlich, 300 μ im Durchmesser. Farbe zart rosa bis weinrosa.

Vorkommen: An Corallen und freiliegend auf dem Meeresgrund, von den Tami-Inseln, Deutsch-Neu-Guinea.

Beschreibung des Habitus: Die Pflanze fand sich in mehreren Exemplaren unter der Sammlung. Zwei davon waren freiliegend gefunden worden, denn man konnte nirgends eine Bruchstelle nachweisen. Die übrigen wuchsen an Corallenstückchen. Jüngere Exemplare sind meist mit 2—3 kurzen Aestchen von 2—3 mm Länge und $1—1^1/_2$ mm Dicke sowie 2—5 kleinen fast wagerecht abstehenden Aestchen besetzt. Die grösseren Exemplare, welche $2^1/_2$ cm im Durchmesser haben, besitzen Aeste von $2^1/_2$ mm Stärke und 6—10 mm Länge, die aber bis 18 scharfe senkrecht abstehende Spitzen haben können. Da nur 3—4 grössere Verzweigungen vorhanden sind, so bildet die Alge ein sehr lockeres verästeltes Knöllchen. Die Spitzen sind gerade und scharf zugespitzt.

Struktur des Innern. Der Thallus-Bruch zeigt auch hier in der Mitte ein dichtes solides Zentrum von 5—6eckigen Zellen; hierauf folgen konzentrisch viele sehr dicht gelagerte Schichten von länglichen Zellen; die peripherische Zone besteht aus einigen Reihen rundlicher Zellen, welche schön rosa gefärbt sind.

Nimmt man eine junge Thallusspitze, entkalkt sie einige Stunden vorsichtig, was am besten durch abwechselndes Entwässern und Entkalken geschieht und stellt vorsichtig Längsschnitte her (durch Zwischenstellen kleiner Hollundermarkstückchen zwischen die grossen, damit man die weich gewordene Alge nicht verletzt), so erblickt man einen grossen Fächer, dessen Mitte jenes solide Zentrum ausmacht, rechts und links im Bogen die konzentrischen Schichten; dieselben kommen durch Aufeinanderfolge einer langen und einer kurzen Zelle zu Stande.

Fig. 1. $\frac{400}{1}$

Die Zellreihen verzweigen sich dichotom und zwar nach jeder vierten Zelle eine Teilung. Dies ist wichtig für die eigentümlichen Schichtungsverhältnisse der *Lithothamnien*. Die letzten zehn peripherischen Reihen etwa bestehen aus rundlichen, mit 3—4 Tüpfeln versehenen, schön rosa gefärbten Zellen; die der vorletzten Reihe sind dagegen birnförmig und tragen als flaches Plättchen die fast sechseckige Deckzelle auf ihrer breiteren Seite. Fig. 1.

Fortpflanzungsorgane. *Cystocarp-* und *Antheridien-*Anlagen konnte ich nicht beobachten, dagegen *Tetrasporangien*-Conceptakel; dieselben nehmen meist die Spitze der grösseren Zweige ein. Sie erscheinen auf der Oberfläche als eine gleichmässig flache Erhöhung von 300 μ Durchmesser. Im Bruch bilden sie eine flache Höhle von circa 250 μ. Die *Tetrasporangien* sind zonenförmig, die Decke ziemlich dick und mit einem Porus von 22—25 μ Durchmesser versehen.

Bemerkungen in Bezug auf andere Species. Durch das mit *L. Tamiense* ähnliche Innere veranlasst glaubte ich anfangs annehmen zu dürfen, dass *L. pygmaeum* die Jugendform von ersterem sei; aber zunächst sind die Zelllagen des letzteren viel regelmässiger, dann aber auch viel länger. Am grössten zeigt sich der Unterschied in der Stärke der Verzweigungen; die eigentümlichen fast quirlständigen Aeste sind bei *L. Tamiense* nicht vorhanden, auch liegt letzteres nie völlig frei lebend und ohne Bruchstellen auf dem Meeresgrunde.

Am meisten Annäherung besitzt noch *L. uncinatum*, jedoch sind die Aestchen nie rings um den Zweig gestellt, auch nicht so gerade, sondern meist gebogen. Aehnliches liesse sich von *L. coralloides* sagen.

Lithothamnion Bamleri sp. nov. Taf. I, Fig. 1—3.

Thallus anfangs an Corallen festgewachsen, später freie rundliche bis zu halber Faustgrösse ästige Knollen bildend, aus unregelmässigen meist wiederholt fächerförmig ausgebreiteten locker aneinander verwachsenen Zweigen bestehend. Aeste an der Basis meist stielrund, 2 mm dick, 3—4 mm lang und dann unregelmässig fächerförmig 3—6 mm verbreitert und gelappt. Spitzen stumpf oder verbreitert flach. Die platten Verzweigungen der Unterseite $1^1/_2$ mm dick sowie 10—25 mm breit und ebenso lang. Conceptakel 600—700 μ, oberflächlich, wenig erhabene Wärzchen nur auf der Rückseite der Verzweigungen bildend.

Vorkommen. Von den Tami-Inseln im Huon-Golf, Deutsch-Neu-Guinea,

Beschreibung des Habitus. Der jüngere Thallus ist unzweifelhaft an Corallenzweigen festgewachsen. Ich erhielt Exemplare, die unter andern einzelne Verzweigungen von $1^1/_2$ cm Länge besassen, welche mit einer kaum 1 mm dicken kleinen Basalkruste an dem Substrat festgewachsen waren. Die Sprossung dieser jüngsten Exemplare zeigte scharf den Aufbau der Aeste, unterhalb stielrund mit einer fächerförmigen Verbreiterung von meist 3 mm. Ob der ältere Thallus später noch festgewachsen ist oder frei auf dem Meeresboden liegt, liess sich nicht genau feststellen. Ich neige jedoch der ersteren Annahme aus dem Grunde hin, weil an den grösseren Exemplaren stets eine, wenn auch kleine, doch frische Bruchstelle zu beobachten war.

Einen besonderen Unterschied bildet der ungemein variable Thallus.

Aeltere Exemplare, etwa von halber Faustgrösse, zeigen eine scharf begrenzte Vorder- und Rückseite. Letztere besteht aus 10—25 mm breiten und $1^1/_2$ mm dicken Flachsprossen, die den rentiergeweihförmigen Verzweigungen der Vorderseite als Halt oder Unterlage dienen. Diese letzten sind am Grunde stielrund, 2 mm dick, oberhalb dichotom verzweigt und an den Spitzen entweder mit fächerförmigen Verbreiterungen versehen oder stumpfspitzig. Die grösseren Verzweigungen sind locker aneinandergewachsen.

Eine dieser Species anhaftende Eigentümlichkeit ist das Ueberwachsen der unteren Flachsprosse mit einer jungen rot gefärbten Schicht, welche in grossen Mengen Conceptakel führt. Dieser Vorgang erscheint auf den ersten Blick fast so, als wenn man eine besondere Species daraus ableiten könnte, etwa wie *L. ocellatum Fosl.*, aber das Innere und die Früchte lassen keinen Zweifel aufkommen, dass man es hier mit einer neuen Basalschicht zu thun hat.

Struktur des Thallus. Diese Alge ist in ihrer morphologischen Beschaffenheit noch zerbrechlicher und leichter gebaut als *L. Tamiense*. Auch hier erschienen im Querschliff sowohl als im Bruch die centralen Zellen als eine feste Masse von rundlicheckigen Zellen mit besonders dicken Wandungen und nach aussen strahlig verlaufenden gleichfalls rundlichen Zellen. Jedoch im Längsschnitt ändert sich die Sache. Die zentralen Zellen bilden nicht, wie bei der vorigen Species, eine lange und eine kurze Reihe, sondern meist zwei lange Reihen von 1 μ Breite und sehr verschiedenen Längen, meist 4—6 μ, und eine Reihe quadratischer Zellen von nur 1 μ Grösse. Die Schichtungen kommen also hier durch die Aufeinanderfolge von 2 längeren und einer kurzen Zellreihe zu Stande. Die peripherischen Reihen bestehen aus rundlichen 1—$1^1/_2$ μ im Durchmesser fassenden Zellen mit dichtem Zellinhalt.

Fortpflanzungsorgane. Conceptakel mit *Tetrasporangien* habe ich nicht gefunden. Die *Cystocarp*-Conceptakel bilden äusserlich flache meist 1 mm im Durchmesser fassende Erhabenheiten mit wenig erhabener Entleerungsöffnung. Die Höhle ist meist 300 μ lang, 50 μ hoch. *Carposporen* oval. Die Conceptakel selbst nehmen nur die Rückseite der fächerförmig ausgebreiteten Verzweigungen ein.

Bemerkungen über verwandte Species. Meines Wissens ist in der Litteratur nicht annähernd ein ähnliches *Lithothamnion* beschrieben; will man aber verwandte Species anführen, so steht das unsere dem *L. dentatum Aresch.* am nächsten, jedoch sind die verbreiterten Segmente bei letzteren niemals gestielt, auch die Spitzen viel regelmässiger und glatter.

Das noch weiter abstehende *L. flabellatum Ros.* zeigt in seinen Sprossungen einen meist runden Querschnitt und eine viel zu regelmässige Verzweigung, auch ist die Verbreiterung der Spitzen sehr gering.

Dagegen zeigt Esper's *Millepora polymorpha var. ß. ramosa* in „die Pflanzentiere" p. 218., Taf. 14, Fig. 2 und 3 wieder mehr Verwandtschaft; jedoch die Worte „die äussersten Zweige nehmen eine einwärtsgehende, oder horizontale Richtung ein" — und die stumpfkegelförmigen Spitzen in Fig. 3 lassen wohl auf eine besondere Species schliessen.

Lithothamnion onkodes sp. nov. Taf. I, Fig. 11 a und b.

Thallus knollige unbestimmt ausgebreitete, mit der ganzen Unterseite an Corallen aufgewachsene wellige mehr oder weniger glatte 1—5 mm dicke Krusten bildend, deren Ränder häufig übereinander wachsen, anfangs eine Seite, später den ganzen Corallenzweig rings überziehen. *Tetrasporangien*-Conceptakel kleine, wenig erhabene, am Scheitel durchbohrte Wärzchen bildend, welche mit Ausnahme des Randes fast über die ganze Thallusfläche dicht ausgesäet sind. *Cystocarp*-Conceptakel, sehr gross, ganz vereinzelt.

Vorkommen. An Corallen vor den Tami-Inseln im Huon-Golf, Deutsch-Neu-Guinea.

Beschreibung des Habitus. Die Pflanze bildet anfangs unregelmässige aber ziemlich glatte Krusten von kaum $^1/_2$ mm Dicke, die sich dem Substrat völlig anpassen.

Durch wiederholtes Ueberwachsen neuer Schichten, auch Generationen, kann die Dicke sich bis 6 mm verstärken, und war die Coralle einigermassen breit, so entsteht eine ziemlich glatte Oberfläche. Auffallend und im Gegensatz zu *L. compactum* erscheint die Oberfläche niemals wie poliert-glänzend, sondern ganz stumpf und grünlich bis weinrot. Nach und nach wird das Substrat ringsum überwachsen, so dass die Pflanze wie *Peyssonnelia polymorpha* eine unregelmässige 6—8 cm breite und ebenso lange, aber meist nur $2^1/_2$ cm dicke Knolle bildet, deren Inneres aus häufig mürben Corallenstücken besteht. Der Bruch des jüngeren Thallus erscheint grün oder rötlich, der des älteren völlig weiss.

Struktur des Inneren. Das Innere besteht aus recht unregelmässig viereckigen Zellen von ganz verschiedenen Grössen. "Zunächst bildet die basale Schicht jenes bereits oft erwähnte coaxiläre Zellsystem, allerdings in recht wenig ausgeprägter Weise; die bogig gestellten Reihen, deren Zellen $^1/_2$—3mal so lang als breit sind, erreichen daher in einem langen Bogen das Substrat. Die übrige grosse Thallussubstanz wird von keinen bemerkenswerten Schichtungen durchzogen, weshalb man von irgend einer bestimmten Aufeinanderfolge derselben nicht reden kann; ab und zu erscheinen grössere oder kleinere zerstreute Zellen, die aber dem Inneren ein noch unregelmässigeres, aber sehr charakteristisches Gepräge verleihen. "Die grösseren Zellen sind etwa 8 μ, die kleineren 5 μ im Durchmesser." Vertikale Reihen lassen sich einigermassen verfolgen, horizontale nicht.

Auf den Rhizomen von *Zostera* befanden sich mehrere junge *Melobesia*-ähnliche Algen von 1 cm Durchmesser und geringer Stärke; äussere Farbe, Zellgrösse und *Tetrasporangien* stimmten mit den vorliegenden völlig überein, sodass ich annehme, dass dies Jugendformen von *L. onkodes* sind. Aehnliche Gebilde kommen auch auf zarteren Corallen vor.

Conceptakel. Die Conceptakel kommen besonders auf den jüngeren und dünneren Thallomen sehr viel vor. Die *Tetrasporangien*-Conceptakel bedecken fast den ganzen Thallus und sind 230 μ im Durchmesser. Innerlich liegen dieselben in einer Ebene, untersucht man daher eine beliebige Bruchstelle eines älteren und dickeren Thallus, so hat man Gelegenheit, 2—5 Reihen übereinander zu beobachten. In der jüngsten und obersten Schicht haben die Höhlen eine kurz ovale Gestalt von 190 μ Durchmesser; nachdem der Thallus sich aber durch

wiederholtes Ueberwachsen verdickt hat, scheinen die Conceptakel-Höhlen auch mit zu verwachsen, denn sie sind dann viel flacher und wie breitgedrückt. Die Decke ist 60 μ dick, die Entleerungsöffnung 12 μ gross. Die *Tetrasporen* sind zonenförmig geteilt, 28 μ breit, 60 μ lang, meist etwas gebogen und werden von einem bis 20 μ langen Stiel getragen.

Sobald die Sporen sich entleert haben, zerfällt häufig die Conceptakeldecke und es zeigt sich die halbe Höhle als eine flache Vertiefung auf der Thallusfläche; doch geschieht dies nicht immer und scheint mehr äusseren Einflüssen zu unterliegen.

Die *Cystocarp*-Conceptakel sind äusserst selten und bilden auf besonderen Individuen grosse flache und einzelne Erhabenheiten, welche $2^1/_4$ mm im Durchmesser sind; die Oeffnung ist 125—140 μ gross.

Bemerkungen über ähnliche Species. Es erscheint ein gewagtes Unternehmen zu den *Lithothamnien* mit schalenförmigem Thallus noch ein neues hinzuzufügen. Ich wandte mich daher an unseren besten Kenner dieser Algengattung, Herrn Foslie, worauf mir in bereitwilligster Weise insofern Bescheid wurde, dass Nr. 97 (die laufende Numerierung der Kollektion) schwer zu bestimmen sei, da die Conceptakel wenig entwickelt seien; als nahe verwandt bezeichnete er *L. incrustans* und *L. compactum*. Was zunächst *L. incrustans (Phil.) Fosl.* anbetrifft, ist dieses ungemein ähnlich, besonders die glatten Exemplare, welche Foslie in „*Lithothamnion*“ p. 94, Taf. 18, Fg. 10—11 mit *incrustans f. depressa* bezeichnet, jedoch die Worte p. 96 „partly irregular etc.“ geben die unregelmässige Oberfläche an, welche besonders stark bei den Figuren 10 und 11 auftritt. Ueberhaupt steht *incrustans* dem *L. polymorphum Aresch.* viel zu nahe, als dass es mit dem von den Tami-Inseln in Vergleich treten könnte. Die Conceptakel kommen hier nicht in Betracht. *L. incrustans f. Harveyi Fosl.* kann hier wegen der grösseren Flächenerhebung nicht in Rücksicht gezogen werden.

Jedoch ist es bei *L. compactum Kjellm.* eine andere Sache; der Thallus ist im Habitus äusserst ähnlich, nicht aber die bis 2 cm erreichende Stärke der Thallome. Kjellmann teilt in „The Arctic sea“ p. 101 z. B. mit „it forms an almost circular crust etc“; dies ist bei dem unserigen nie der Fall. Aehnliches gilt von den Worten: „When young and steril the crust appears as if it were polished“ — *onkodes* dagegen ganz stumpf. Wichtig erscheint ein Vergleich der „Organs of propagation. The conceptakels of the sporangia are always immersed, never rising above the surface.“ Um noch die Struktur des Thallus zu berühren, so bestehen die Reihen regelmässig aus rundlich-rechteckigen Zellen, wie Tafel 6, Fig. 10 und 11 bei Kjellmann darstellt, dagegen die von *L. onkodes* aus unregelmässig oval-rundlichen Zellen, die entkalkt kettenförmig erscheinen.

L. flavescens, foecundum, testaceum, laevigatum, coalescens, evanescens und *scabriusculum* sind wohl kaum hier in Betracht zu ziehen.

Vorkommmen. An Corallenriffen von den Tami-Inseln, nordwestliche Ecke des Huon-Golfes. Deutsch-Neu-Guinea. Diese Species scheint in grossen Mengen vorzukommen.

Lithothamnion sp. I.

Wegen des geringen Materials ist es zweifelhaft, ob hier eine noch nicht bekannte Species vorliegt.

Ich erhielt wenige bewachsene Gorgonien- und Corallenzweige; der Thallus ist 1 cm gross und besteht aus 3—6 fächertörmigen Sprossen von 6—7 mm Dicke; einige bleiben fächerförmig geschlossen, andere verzweigen sich fächerartig dichotom.

Allem Anschein nach sind diese Exemplare noch Jugendformen, jedenfalls aber keine der vorher beschriebenen Species, da jene in den jüngsten Entwicklungen bereits viel dickere Sprosse hervorbringen.

Vorkommen. Von den Tami-Inseln, Deutsch-Neu-Guinea.

Lithothamnion sp. II.

Dieses *L.* kann man als zwischen *L. intermedium* und *L. mamillosum* stehend betrachten, jedoch um eine besondere Species aufzustellen ist das Material zu gering.

Der Thallus ist etwa 5 cm lang und 2 cm dick und scheint frei auf dem Meeresgrunde zu liegen. *Tetrasporangien*-Conceptakel auf den Spitzen der 2—3 mm hohen Auswüchse, etwa 400 μ im Durchmesser, nicht immer völlig kreisrund, flachgedrückt, ohne Hauptöffnung. Decke siebartig durchlöchert.

In Bezug auf die oben erwähnten Species sind die Erhebungen von *L. intermedium* zu lang, die von *L. mamillosum* zu kurz.

Vorkommen. Bei Hatzfeldhafen, Deutsch-Neu-Guinea.

Lithophyllum fibulatum sp. nov.

Thallus bildet 1—2 cm grosse rundliche Knöllchen, welche mehrfach aus horizontal übereinandergewachsenen, selten proliferierenden, 160 μ dünnen, stark verkalkten und sehr zerbrechlichen Plättchen bestehen. Oberfläche glatt, mit vielen 1 mm grossen, kuppelförmigen Conceptakeln besetzt.

Vorkommen. Von den Tami-Inseln im Huon-Golf, Deutsch-Neu-Guinea.

Beschreibung des Thallus. Jüngere Exemplare überwachsen anfangs meist kleinere zusammengeballte Algen mit einer 160 μ dünnen Kruste, nach und nach das Substrat ganz umschliessend; diese primäre Kruste, welche an der Unterseite zarte konzentrische Streifen zeigt, wird später von 2—3 weiteren Lagen überwachsen, wie dies häufig bei *Lithophyllum* geschieht, so dass die oben erwähnte rundliche 1—2 cm grosse Knolle entsteht. Der Rand ist glatt und schliesst sich locker an das Substrat an.

Inneres. Nachdem in meiner früheren Arbeit die Reihe der *Melobesieae* näher beleuchtet wurde, fällt es nicht schwer, durch die Struktur des Inneren, die neue Alge in das System einzureihen. Durch den ausserordentlich dünnen Thallus wäre man früher geneigt, dieselbe zu *Melobesia* zu zählen, wenn nicht die Rhizoidenschicht, die lockere Anheftung, die geraden Zellen und das aus vielen Zellfolgen bestehende übrige Thallusgewebe bestände.

Zunächst sind die entkalkten Zellen der Rhizoidenschicht viereckig rechtwinklich, mit schrägen Zwischenwänden versehen, kaum 4 μ dick, 2mal länger als der Durchmesser und laufen parallel oder im Bogen (aber ganz locker) mit dem Substrat. Gegenüber anderen Species verläuft diese Schicht völlig gleichmässig, ohne jede wurzelförmige Verlängerung, wodurch sie von unten gesehen als geschlossene Zellhaut erscheint. Die weitere Thallusmasse wird von 3 μ dicken, rundlichen, in dichotomen Reihen geordneten Zellen, zuletzt von kaum 1—2 μ Durchmesser, gebildet.

Die vorletzte Reihe derselben ist 3 μ lang und 1 μ breit, von länglicher Form und trägt an ihrer Spitze eine ganz flache kaum $^1/_2$ μ dicke und 1 μ im Durchmesser fassende plattenähnliche Zelle, durch welche das Innere abgeschlossen wird.

Conceptakel. Von den Befruchtungsorganen konnte ich bis jetzt nur *Cystocarpien* beobachten. Dieselben bedecken die ganze Oberfläche meist einzeln. $^1/_2$—3 mm weite Zwischenräume um sich herum freilassend. Ab und zu stehen 2 selten 3 genähert dicht aneinander. Die Conceptakel sind sehr gross, bilden eine kuppelähnliche Erhebung von 1—$1^1/_4$ mm Durchmesser, deren scharf zugespitzter Porus eine Oeffnung von 50 μ Durchmesser besitzt und fast 300 μ sich über der eigentlichen Conceptakel-Wölbung erhebt. Die meisten Conceptakel haben an ihrer Basis eine gewisse Einschnürung (daher auch *L. fibulatum*), sodass das Ganze wie von der Thallusfläche abgeschnürt erscheint. Solche grosse ähnliche Conceptakel kommen nur bei der Gattung *Mastophora* vor.

Das Innere der Conceptakelwandung ist meist 400 μ im Durchmesser und 80 μ hoch, die Decke 160—200 dick, fast stärker als der Thallus selbst. *Carposporen* waren nicht vollkommen entwickelt.

Verwandtschafts-Verhältnisse. Am nächsten stehen *L. Cystosirae* und *lichenoides*. Ersteres besitzt kleinere Conceptakel, eine dickere Kruste und grössere Zellen. Letzteres ist besonders durch den freiwachsenden Rand des Thallus, konzentrisch gezeichnete Oberfläche und kugelförmige Conceptakel gekennzeichnet. Im System muss es einen Platz unter *Tribus Eu-Lithophyllum* und hinter *L. Cystosirae* erhalten, da die Sprosse nicht coaxilär und die geringen Erhebungen hohl gebaut sind.

Peyssonnelia Tamiense sp. nov. Taf. I, Fig. 12.

Thallus anfangs nierenförmig, 5—6 mm gross und kaum $^1/_4$ mm dünne stark verkalkte, leicht zerbrechliche, wellige Krusten bildend, welche sich durch Uebereinanderwachsen zu einem lockeren, sehr zerbrechlichen Lager von 6—8 cm Länge und 2—$2^1/_2$ cm Dicke vereinigen. Oberfläche uneben mit konzentrischen Zonen. Nemethecien sehr flache Erhabenheiten von verschiedener Grösse, Glieder der Nemethecienfäden 3—4mal länger als breit. *Tetrasporangien* eiförmig, zonenförmig geteilt. Farbe hellweinrot. Habitus eines zarten *Lithophyllum*.

Vorkommen. An Felsen von den Tami-Inseln im Huon-Golf, Deutsch-Neu-Guinea.

Beschreibung des Habitus. Der jüngere Thallus wächst in einzelnen Individuen auf Steinen oder Corallen und zwar meist in einer Grösse von 5—10 mm, wie *Peyssonnelia rubra* mit freiem Rande. Der übrige Teil ist festgewachsen, indessen so locker und mit so geringem Haftvermögen, dass er sich leicht vom Substrat loslösen lässt. Die Gestalt ist die einer kleinen *Peyssonnelia rubra*, in nierenförmige grössere oder kleinere Segmente sich teilend, auf der welligen Oberfläche concentrische Zonen hervorrufend.

Im Centrum der Thallome, allem Anschein nach aber nicht durch sekundäres Wachstum, sondern durch Keimen der Sporen hervorgerufen, bilden sich neue kleine und überwachsen nach allen Richtungen das untere Individuum; da dieselben aber nur zum ganz geringen Teil (meist im Centrum) festgewachsen sind, so überwallen die neuen Individuen in einer Höhe von 1—2 mm wagerecht den älteren Thallus, wodurch der locker übereinander gelagerte grössere Thallus-Complex, wie die Abbildung auf Taf. I, Fig. 12 zeigt, entsteht. Es ist eine interessante Erscheinung, dass dieser Thallus aus 50 bis 100 Individuen zusammengesetzt ist, die in den unteren Lagen nicht mehr zu definieren sind. Die Zahl der übereinander gelagerten Thallome beträgt 6—8, doch entstehen auch hier wie überall Variationen, sodass die Abstände und Richtung der einzelnen Plättchen von einer gewissen Unregelmässigkeit be-

herrscht werden können. Die Stärke des einzelnen Individuums ändert sich nicht, vielmehr bleiben auch die älteren nur $^1/_4$ mm dünn; durch diese geringe Stärke, das lockere Wachstum und die sehr bedeutende Einlagerung von kohlensaurem Kalk ist der Thallus sehr zerbrechlich.

Thallusbau. Anfangs glaubte ich ein neues *Lithophyllum* vor mir zu haben, ein geringer Einblick in das Innere belehrte mich aber eines andern. Das Innere entspricht etwa dem von *P. squamaria*, wie Thuret in Anth. des Alg. Ann. sc. nat. 4 ser. T. III, p. 23, pl. 4 wiedergiebt. Jedoch eine solche Untersuchung war mit kleinen Schwierigkeiten verknüpft, weil abgesprengte Stücke sich nicht beobachten lassen. Schliffe wegen der Zartheit des Thallus sofort zerbrechen: es blieb also nur entkalken und schneiden übrig. Da die Zellen aber ungemein lockere Verbindung besitzen, wird schon durch die Säure häufig das ganze Thallusstück zerstört, sodass man die Zusammengehörigkeit nicht mehr beobachten kann.

Was ich ermitteln konnte war folgendes: Der Thallus besteht aus 6—8 Zelllagen; die unterste sendet wenige kurze Wurzelfäden nach dem Substrat, welche aus ungefähr 40 μ langen und 12 μ breiten Zellen bestehen, an welche sich 4—5 dichotom geteilte, rundliche Zellen von 4—6 μ Durchmesser anschliessen.

Vermehrungs-Organe. *Antheridien* und *Cystocarpien* habe ich nicht gefunden, dagegen *Tetrasporangien*. Die *Nemathecien* bilden flache, warzenförmige Erhabenheiten von $^1/_2$ mm meist innerhalb der älteren wenig entwickelten, concentrischen Zonen. Glieder der *Nemathecien*-Fäden 3—4mal länger als breit, entkalkt sehr zart. *Tetrasporangien* zonenförmig geteilt, eiförmig, 52 μ lang und 32 μ breit. Die *Nemathecien* sind im trockenen Zustande kaum von dem übrigen Thallus zu unterscheiden.

Peyssonnelia calcea sp. nov.

Thallus krustenartig, stark verkalkt, steinhart und brüchig, dem Substrat fest anhaftend, 300—500 μ dick, anfangs rundlich, mit glattem festgewachsenem Rande, später 5—10 cm im Durchmesser, niemals innen hohl und keine einzelne Knollen bildend, sondern zeitlebens am Substrat haftend; Oberfläche sehr höckerig, am Rande glatter, mit zahlreichen Wurzelfasern versehen. Farbe hellbraun.

Vorkommen. Auf Rhizomen von *Zostera* und grösseren Algen von den Tami-Inseln, Huon-Golf, Deutsch-Neu-Guinea.

Beschreibung des Thallus. Jüngere Exemplare wachsen zuweilen auf den unteren festeren Sprossen von *Halimeda polydactylis J. Ag.* Die älteren überziehen fest anschliessend in 10—15 cm Länge und 3—6 cm Breite die Rhizome von grösseren Algen und *Zostera*. Der Thallus ist überall, mit Ausnahme der Randpartie, wie mit kleinen 1—$1^1/_2$ mm hohen Wellen überstreut.

Inneres. Das Innere besteht aus ungefähr 350 μ langen Fäden, deren unterste Zellen viereckig sind und 40 μ, die peripherischen Zellen dagegen 16 μ im Durchmesser haben. Die Rhizoiden sind bis 220 μ lang, meist einzellig.

Fortpflanzungs-Organe bisher nicht aufgefunden.

Verwandte Species kommen ausser *Peyssonnelia polymorpha (Schmitz)* nicht in Betracht. Kleine Exemplare beider lassen sich schwer trennen, grössere und ausgebildete da-

gegen besitzen so viele Abweichungen, dass eine Verschmelzung nicht angeht. Zunächst besitzt *P. polymorpha* eine viel glattere Oberfläche, dagegen ist der Rand auffallend eingebuchtet; das Substrat wird nicht fest umklammert, sondern der Thallus ist nur angeschmiegt, innen meist hohl und locker angewachsen. Alles dies ist bei der Neu-Guinea-Alge nicht der Fall; die Oberfläche ist höckeriger, der Rand ganzrandig und sich dem Substrat völlig anschmiegend, niemals innen hohl und sehr fest angewachsen. Die auffallende konzentrische Streifung besitzt *P. calcea sp. nov.* nicht; die Farbe ist nicht, wie bei der Europäischen, rosa oder gelb, sondern ein regelmässiges Braun; zuletzt bildet das Substrat von *P. polymorpha* meist Steine, die neue Species haftet dagegen an *Zostera*- oder *Algen*-Rhizomen.

Langensalza, Februar 1897.

Erklärung der Figuren.

Tafel I.

Sämmtliche Figuren in natürlicher Grösse photographiert.

Fig. 1. *Lithothamnion Bamleri sp. nov.* Flacher Spross von der Rückseite des Thallus mit Conceptakel.

Fig. 2—3. *Lithothamnion Bamleri sp. nov.* Die flachen Sprossen treten deutlich an der Unterseite der Thallomne hervor.

Fig. 4. *Lithothamnion Tamiense sp. nov. f. unispinosa f. nov.* Einzelner abgetrennter Spross.

Fig. 5—6. *Lithothamnion Tamiense sp. nov. f. typica f. nov.* Grössere Thallome mit hervortretenden Conceptakeln.

Fig. 7. *Lithothamnion Tamiense sp. nov. f. typica f. nov.* Stück eines abgetrennten, fast dichotom verzweigten Sprosses.

Fig. 8. *Lithothamnion pygmaeum sp. nov.*

Fig. 9. *Lithothamnion pygmaeum sp. nov.* Einzelner abgetrennter Spross.

Fig. 10. *Lithothamnion pygmaeum sp. nov.* Drei Exemplare in verschiedenen Entwicklungsstadien auf einer Coralle.

Fig. 11 a und b. *Lithothamnion onkodes sp. nov.* Grösserer Thallus auf einer Coralle in zwei Teile zerbrochen.

Fig. 12. *Peyssonnelia Tamiense sp. nov.* Ein vom Felsen gesprengtes Stück mit vielen übereinanderwachsenden Thallomen.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart

Buchdruckerei Wolfgang Drück, Cannstatt.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00259 9957